

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PARA EL PARQUE AUTOMOTOR DE LA EMPRESA
TRANSPORTES COTRA RIO LTDA.**

IVAN MAURICIO MONTAÑEZ CORREDOR



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2017

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PARA EL PARQUE AUTOMOTOR DE LA EMPRESA
TRANSPORTES COTRA RIO LTDA.**

IVÁN MAURICIO MONTAÑEZ CORREDOR

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

Director

PEDRO JOSÉ DÍAZ GUERRERO

Ingeniero Mecánico, MSc

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE FÍSICO – MECÁNICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

BUCARAMANGA

2017

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	17
1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	19
1.2 MISIÓN	20
1.3 VISIÓN.....	20
1.4 POLITICAS DE CALIDAD	21
1.4.1 Objetivos de la calidad.	21
1.5 PRINCIPIOS CORPORATIVOS	22
1.6 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.....	23
1.7 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO	23
1.7.1 Objetivo general.....	23
1.7.2 Objetivos específicos	24
1.8 JUSTIFICACION DEL TRABAJO DE GRADO	24
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	26
2.1 MANTENIMIENTO	26
2.2 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO	26
2.3 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO	27
2.3.1 Mantenimiento Correctivo.	27

2.3.2	Mantenimiento Preventivo.....	28
2.3.3	Mantenimiento Productivo.....	29
2.4	TIPOS DE MANTENIMIENTO	30
2.4.1	Mantenimiento Correctivo.	30
2.4.2	Mantenimiento Preventivo.....	31
2.4.2.1	<i>Ventajas del mantenimiento preventivo.</i>	<i>32</i>
2.4.2.2	<i>Alcance del mantenimiento preventivo.....</i>	<i>32</i>
2.4.2.3	<i>Justificación para contar con un mantenimiento preventivo.....</i>	<i>33</i>
2.4.2.4	<i>Revisión preventiva planificada.....</i>	<i>33</i>
2.4.2.5	<i>Formas del mantenimiento preventivo.</i>	<i>34</i>
2.4.2.6	<i>Elaboración de las formas de mantenimiento.</i>	<i>35</i>
2.4.3	Gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO).	36
2.5	INDICADORES DE MANTENIMIENTO	37
2.5.1	Disponibilidad.....	38
2.5.2	Confiabilidad.	39
2.5.2.1	<i>Tiempo promedio entre fallas.....</i>	<i>39</i>
2.5.3	Mantenibilidad.....	39
3	DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO TRANSPORTES COTRA RIO LTDA.	41
3.1	ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO	41
3.1.1	Proceso de mantenimiento.	41
3.1.2	Sistemas de información.....	43
3.1.3	Documentación técnica.....	43
3.1.4	Costos de mantenimiento.	43
3.1.5	Área de mantenimiento.	43
3.1.6	Personal de mantenimiento.	43
3.2	AUDITORÍA DEL MANTENIMIENTO E INDICADORES DE GESTIÓN	44

3.3	RESULTADOS Y ANALISIS DE LA AUDITORIA DE MANTENIMIENTO..	45
3.4	EQUIPOS.....	46
3.4.1	Codificación.	46
3.4.2	Estado actual de los equipos.	46
3.4.3	Inventario.	48
4	ANALISIS DE CRITICIDAD.....	50
4.1	MODELO DE CRITICIDAD DE FACTORES PONDERADOS	51
4.2	ANÁLISIS DE CRITICIDAD POR VEHÍCULOS	52
4.2.1	Factores ponderados para análisis por vehículos.	54
4.2.2	Resultados del análisis de criticidad por vehículo.	57
4.3	ANALISIS DE CRITICIDAD POR FALLAS	59
4.3.1	Factores ponderados para análisis por sistemas.	59
4.3.2	Resultados análisis de criticidad por fallas	63
4.4	ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA	64
4.4.1	Modelo para aplicar FMECA.	64
4.5	MODOS, EFECTOS Y CAUSAS DE FALLA.....	65
4.5.1	Identificación de los modos de falla.	65
4.5.2	Efectos de falla.	65
4.5.3	Causas de modo de falla.	65
4.6	CRITICIDAD DE LAS FALLAS MEDIANTE NUMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO (NPR).....	66
4.6.1	Severidad.	66
4.6.2	Ocurrencia.	66
4.6.3	Detección.	67
4.6.4	Numero de prioridad de riesgo (NPR).	68

4.6.5	Sistemas y componentes.....	68
4.7	APLICACIÓN METODOLOGIA FMECA	69
5	PLAN DE MANTENIMIENTO TRANSPORTES COTRA RIO LTDA.....	72
5.1	NIVELES DE INFORMACIÓN	72
5.1.1	Información para la dirección.....	72
5.1.2	Información para las operaciones.....	72
5.2	INFORMACIÓN PARA EL DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	73
5.3	PLANTILLAS DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO	74
5.3.1	Ficha técnica.....	74
5.3.2	Ficha de Alistamiento (Mantenimiento Autónomo).....	75
5.3.3	Orden de trabajo.....	76
5.3.4	Formato de control de documentos.....	77
5.4	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO POR LÍNEAS AUTOMOTORES.....	78
6	SISTEMA DE INFORMACIÓN.....	79
6.1	COMPONENTES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN	79
6.2	SISTEMA DE INFORMACIÓN TRANSPORTES COTRA RIO LTDA.	80
6.2.1	Objetivos de Transcotrario Sistematizada.....	80
6.3	GENERALIDADES SOBRE VISUAL STUDIO .NET Y SQL SERVER	81
6.3.1	Definición de Visual Studio.net	82
6.3.2	Ventajas de visual Studio.net.....	82
6.3.3	Definición de SQL server	83
6.3.3.1	<i>Ventajas de SQL server.....</i>	<i>83</i>
6.4	MÓDULOS DEL SISTEMA DE INFROMACIÓN	83

6.4.1 Módulos de Datos básicos.....	86
6.4.1.1 <i>Registro y/o modificación de los vehículos.....</i>	<i>86</i>
6.4.2 Módulo de Actividades.....	88
6.4.2.1 <i>Orden de trabajo.....</i>	<i>89</i>
6.4.2.2 <i>Hoja de vida.....</i>	<i>92</i>
6.4.2.3 <i>Alistamiento de los vehículos.....</i>	<i>94</i>
6.4.2.4 <i>Programador de mantenimiento.....</i>	<i>96</i>
6.4.2.5 <i>Plan de mantenimiento.....</i>	<i>100</i>
6.4.3 Módulo de personal.....	102
6.4.3.1 <i>Gastos de mantenimiento.....</i>	<i>102</i>
6.4.4 Módulo Documentos.....	103
6.4.4.1 <i>Tareas pendientes.....</i>	<i>104</i>
7 CONCLUSIONES.....	106
8 RECOMENDACIONES.....	107
BIBLIOGRAFÍA.....	108
ANEXOS.....	109

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación de la empresa	19
Figura 2. Logotipo de la empresa	20
Figura 3. Organigrama de la empresa	23
Figura 4. Resultado de la auditoria de mantenimiento.....	45
Figura 5. Proceso de análisis de criticidad.....	51
Figura 6. Tabla de criticidad.....	56
Figura 7. Tabla de criticidad para los vehículos	57
Figura 8. Programa de mantenimiento para la marca Chevrolet línea Spark	78
Figura 9. Diagrama del Sistema de información.	81
Figura 10. Módulos y sub-módulos del sistema de información Transcotrario sistematizada.	84
Figura 11. Panel de ingreso de Transcotrario sistematizada	85
Figura 12. Menú principal del sistema de información.	85
Figura 13. Diagrama de flujo de Vehículos	86
Figura 14. Ventana vehículo (Datos técnicos)	87
Figura 15. Ventana de Vehículos pestaña “Documentos”	88
Figura 16. Diagrama de flujo de orden de trabajo.....	89
Figura 17. Ventana de orden de trabajo (Datos básicos).....	90
Figura 18. Ventana Orden de trabajo (pestaña operaciones realizadas)	91
Figura 19. Ventana de orden de trabajo (pestaña reparaciones y costos).....	91
Figura 20. Diagrama de flujo de hoja de vida de automotor	92
Figura 21. Ventana de hoja de vida	93
Figura 22. Diagrama de flujo de alistamiento de vehículos.....	94
Figura 23. Ventana de alistamiento	95
Figura 24. Diagrama de flujo del Programador de mantenimiento.....	96
Figura 25. Ventana de programador de Mantenimiento.....	97

Figura 26. Tecnología 5ª generación	99
Figura 27. Diagrama de flujo de la ejecución del mantenimiento.....	100
Figura 28. Ventana Ejecución del mantenimiento.....	101
Figura 29. Diagrama de flujo gastos de mantenimiento.....	102
Figura 30. Ventana de Gastos de Mantenimiento.....	103
Figura 31. Diagrama de flujo de tareas pendientes	104
Figura 32. Ventana de Tareas Pendientes	105

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Apartados de la auditoria	44
Tabla 2. Estado actual de los vehículos.....	47
Tabla 3. Inventario de vehículos	48
Tabla 4. Inventario de herramientas de los vehículos.....	49
Tabla 5. Encuesta Análisis de Criticidad.....	53
Tabla 6. Frecuencia de fallas	54
Tabla 7. Impacto operacional.....	54
Tabla 8. Tiempo promedio para reparar	55
Tabla 9. Costos de reparación.....	55
Tabla 10. Impacto ambiental.....	55
Tabla 11. Impacto salud ocupacional.....	56
Tabla 12. Resultados del análisis de criticidad	57
Tabla 13. Niveles de criticidad de los vehículos.....	58
Tabla 14. Factores ponderados para evaluar las fallas en los vehículos	60
Tabla 15. Sistema de frenos	61
Tabla 16. Suspensión	61
Tabla 17. Dirección	62
Tabla 18. Rines y llantas.....	62
Tabla 19. Motor.....	62
Tabla 20. Sistema de combustible	62
Tabla 21. Transmisión	63
Tabla 22. Resultados del análisis de criticidad	63
Tabla 23. Valores de severidad	66
Tabla 24. Valores de ocurrencia	67
Tabla 25. Valores de detección.....	67
Tabla 26. Rangos de NPR	68

Tabla 27. Sistemas y componentes a analizar	68
Tabla 28. FMECA	70
Tabla 29. Ficha técnica	75
Tabla 30. Formato de alistamiento.....	76
Tabla 31. Orden de trabajo	77
Tabla 32. Formato de control de documentos	77
Tabla 33. Parque automotor Transportes Cotra Rio Ltda.	78
Tabla 34. Sistemas y tareas a realizar en el plan de mantenimiento	98

LISTA DE ANEXO

- Anexo A. Plan de mantenimiento Marca Hyundai línea Atos
- Anexo B. Plan de mantenimiento Marca Hyundai línea Accent
- Anexo C. Plan de mantenimiento Marca Hyundai línea i10
- Anexo D. Plan de mantenimiento Marca Kia línea Rio
- Anexo E. Plan de mantenimiento Marca Kia línea Picanto
- Anexo F. Plan de mantenimiento marca Chevrolet línea Spark
- Anexo G. Manual sistema de información Transcotrario sistematizada

RESUMEN

TÍTULO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL PARQUE AUTOMOTOR DE LA EMPRESA TRANSPORTES COTRA RIO LTDA.*

AUTOR

IVAN MAURICIO MONTAÑEZ**

PALABRAS CLAVES

Mantenimiento preventivo, Software para la gestión del mantenimiento, Indicadores de gestión, Criticidad de equipos.

DESCRIPCIÓN

El control de los activos de mantenimiento es un factor de vital importancia y tiene un gran impacto en una organización, con la programación de mantenimientos preventivos y un correcto seguimiento de órdenes y reportes de trabajo, se puede llegar a conocer eficazmente el estado de dichos activos en cualquier momento.

El desarrollo de este proyecto tiene como objetivo principal diseñar e implementar en la empresa Transportes Cotra Rio Ltda., una herramienta que permita administrar de forma eficiente los procesos relacionados con el mantenimiento de los vehículos tipo Taxi. En este proceso se llevó a cabo una inspección completa de los equipos verificando su estado, posteriormente se desarrolló un análisis y diagnóstico del estado del sistema de gestión de mantenimiento existente en la empresa, con el fin de generar un modelo de gestión de mantenimiento más adecuado y eficiente. Se implementó el modelo de criticidad de factores ponderados basados en el concepto del riesgo a los diferentes componentes de los equipos. Además se diseñaron formatos de codificación, ordenes de trabajo y rutinas para el plan de mantenimiento.

La gestión del mantenimiento consiste en implementar, controlar y mejorar acciones encaminadas a garantizar que los activos físicos de la organización sigan cumpliendo adecuadamente la función para la cual fueron diseñados. Para garantizar esto se desarrolla e implementa un sistema computarizado para la gestión del mantenimiento, con el fin de poder acceder de forma fácil y rápida a la información necesaria para la evaluación del funcionamiento de los vehículos y de esta forma tomar medidas oportunas en pro de la mejora y el crecimiento de la empresa. El sistema computarizado al que se hace referencia es un software hecho a medida para la empresa Transportes Cotra Rio Ltda., que se ajusta a sus necesidades y garantiza su crecimiento integral.

* Tesis de grado

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director, Ing. Pedro J. Díaz Guerrero

ABSTRACT

TITLE

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A MAINTENANCE PLAN FOR THE AUTOMOTIVE PARK OF THE COMPANY "TRANSPORTES COTRA RIÓ LTDA." *

AUTHOR

IVAN MAURICIO MONTAÑEZ **

KEYWORDS

Preventive maintenance, Software for maintenance management, management indicators Criticality of equipment.

DESCRIPTION

The control of maintenance assets is a vital factor and has a great impact on an organization, with the scheduling of preventive maintenance and a correct follow-up of orders and work reports, you can get to know effectively the status of such assets anytime.

The development of this project has as main objective to design and to implement in the company "Transportes Cotra Rio Ltda.", a tool that allows managing efficiently the processes related to the maintenance of vehicles type Taxi. In this process, a complete inspection of the equipment was carried out, verifying its status. Later, an analysis and diagnosis of the state of the maintenance management system in the company was developed, in order to generate a more adequate maintenance management model and efficient. The weighted factor criticality model was implemented based on the concept of risk to the different components of the equipment. In addition, coding formats, work orders and routines were designed for the maintenance plan.

Maintenance management consists of implementing, controlling and improving actions aimed at ensuring that the physical assets of the organization continue to adequately fulfill the function for which they were designed. In order to guarantee this, a computerized maintenance management system is developed and implemented in order to be able to easily and quickly access the information necessary for the evaluation of the operation of the vehicles and, in this way, to take timely measures in favor of the Improvement and growth of the company. The computerized system to which reference is made is custom-made software for the company "Transportes Cotra Rio Ltda.", that fits your needs and guarantees its integral growth

* Senior Thesis

** Physics and Mechanics Engineering Faculty, Mechanical Engineering School, Eng. Pedro J. Díaz Guerrero. Mechanical Engineer.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el país presenta un crecimiento muy acelerado en cuanto a sus políticas comerciales, infraestructura y modelo económico. Gracias a una serie de factores como la globalización, los tratados de libre comercio que el gobierno ha firmado con otros países y la expansión económica de los sectores productivos más representativos de la región, las empresas colombianas encuentran vías muy favorables para su desarrollo, por supuesto uno de los sectores más influyentes en este proceso de desarrollo empresarial ha sido el sector transporte. Este sector presenta una serie de subdivisiones, algunas se ocupan del transporte de carga, otras del transporte de insumos y materias primas, otras de pasajeros, y algunas se ocupan de transporte mixto, es decir del transporte de mercancías y de pasajeros, tal es el caso del transporte público a nivel urbano e intermunicipal utilizando para tal fin vehículos de transporte tipo taxi.

Al igual que las demás subdivisiones de transporte compuestas por el transporte de carga y el de pasajeros, el transporte público por medio de taxis es regido por una reglamentación básica en cuanto a normas de servicio y operativa, es en este punto donde se hace hincapié en uno de los factores que más relevantes en cuanto al funcionamiento y correcta operativa de los vehículos, me refiero al mantenimiento. Pues de no contar con vehículos aptos para transportar a las personas y mercancías, a tiempo y con seguridad, no solo se verán afectadas las empresas prestadoras del servicio, sino que también se verá afectada, en general, la economía nacional, pues del éxito en los procesos empresariales, depende que los empleados y las encomiendas estén a tiempo en los puestos de trabajo y en el lugar donde sean requeridos.

Transportes Cotra Rio Ltda., es una empresa del sector transporte cuya actividad económica es el transporte público de pasajeros y encomiendas tanto a nivel

municipal como intermunicipal, para lo cual utiliza vehículos de transporte público tipo Taxi. La empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Bucaramanga con sedes en la ciudad de Barrancabermeja y en el municipio de Puerto Wilches en el departamento de Santander. Ciudades en donde los índices en materia de crecimiento empresarial, industrialización y comercio van en constante aumento, lo que demanda medios de transporte que brinden seguridad y rapidez para toda la ciudadanía. Sin embargo existen cierto tipo de inconvenientes como los daños en los vehículos, lo que en algunos casos genera retrasos en el transporte de los pasajeros y mercancías, y por ende pérdidas significativas en la utilidad de la empresa.

La empresa Transportes Cotra rio Ltda., consciente de la necesidad de garantizar una buena disponibilidad, un óptimo funcionamiento y una operativa con total normalidad de sus vehículos, decidió que se implementara un plan de mantenimiento para su flota de taxis. De este modo también se logró garantizar el alargamiento de la vida útil de los equipos, se disminuyeron los elevados costos que conlleva el mantenimiento correctivo, y se logró tener un aumento significativo en la disponibilidad de las unidades, disminuyendo los tiempos de inoperancia.

1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Transportes Cotra Rio Ltda., es una empresa ubicada en la ciudad de Bucaramanga con sedes en la ciudad de Barrancabermeja y en el municipio de puerto Wilches en el departamento de Santander, cuya actividad económica se centra en el transporte público de pasajeros y encomiendas a nivel urbano e intermunicipal, cubriendo las siguientes rutas:

- Barrancabermeja - Bucaramanga
- Bucaramanga - Barrancabermeja
- Bucaramanga - Puerto Wilches
- Puerto Wilches - Bucaramanga.

Figura 1. Ubicación de la empresa



Fuente. <https://www.google.co/maps>

Figura 2. Logotipo de la empresa



Fuente. Empresa Transporte Cotra Rio Ltda.

1.2 MISIÓN

Asumir el desafío de prestar un excelente servicio de transporte público, en las modalidades urbana e intermunicipal, con la diversidad del parque automotor para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, garantizando seguridad y eficiencia a los usuarios, con un Recurso Humano altamente calificado, constituye nuestro principal activo y el motor de la organización.

1.3 VISIÓN

Ser la empresa líder en el servicio de transporte terrestre automotor público de taxis y en las modalidades urbana e intermunicipal, con un Sistema de Gestión de Calidad, implementado y mejorado; ofreciendo un amplio portafolio con nuevos servicios y con innovaciones tecnológicas a través de alianzas estratégicas y mejoramiento continuo, para y satisfacer las necesidades de nuestros clientes, con personal capacitado para garantizar salud, seguridad, calidad y responsabilidad social de las partes interesadas.

1.4 POLITICAS DE CALIDAD

Transportes Cotra Rio Ltda., es una empresa altamente calificada en la prestación de servicio de transporte público terrestre, urbano e intermunicipal, con calidad en la atención a sus usuarios, con eficiencia en la prestación del servicio de transporte de pasajeros y con seguridad, confianza, amabilidad y profesionalismo para lograr la satisfacción de nuestros clientes.

1.4.1 Objetivos de la calidad. La definición de los objetivos se basa en la política de calidad, por lo cual el grado de cumplimiento de estos aseguran que la política de calidad se está implementando y cumpliendo. A través de la medición de estos objetivos y los indicadores asociados a cada uno se tiene un valor numérico del nivel de eficacia alcanzado por el sistema de gestión de calidad. Este cálculo es complementado con un análisis de datos y el diseño e implementación de acciones de mejora, las cuales derivan de dicho análisis.

Transportes Cotra Rio Ltda. Plantea los siguientes objetivos de calidad soportados en la política de calidad establecida, con los cuales buscamos implantar, mantener y mejorar el sistema de gestión de calidad.

- Garantizar la eficacia del sistema de gestión de calidad.

- Velar permanentemente por el fomento de la responsabilidad social con la comunidad, dando cumplimiento a la legislación vigente en calidad y otros requisitos asociados a nuestra actividad económica, contando con una asignación eficiente de los recursos necesarios para que a través del personal calificado el sistema de gestión se promueva la mejora continua.

1.5 PRINCIPIOS CORPORATIVOS

Calidad: Nuestro objetivo principal es ofrecer un servicio de calidad, por eso nuestro compromiso es la seguridad e integridad tanto de las personas como de la carga que transportamos, desde el momento de la recogida de nuestros pasajeros y encomiendas hasta la llegada a su destino.

Compromiso: El desarrollo de nuestra actividad diaria exige compromiso con nuestra empresa, con nuestros clientes, nuestro departamento y en general con nuestro país.

Cumplimiento: Estamos comprometidos en aportar nuestra experiencia y conocimiento para lograr satisfacer las necesidades de nuestros clientes con entregas oportunas de las mercancías encomendadas.

Respeto: Nuestras actuaciones están encaminadas a solucionar y cumplir con las exigencias de nuestros clientes, con atención oportuna y transparente, siempre con una conducta intachable en nuestras funciones.

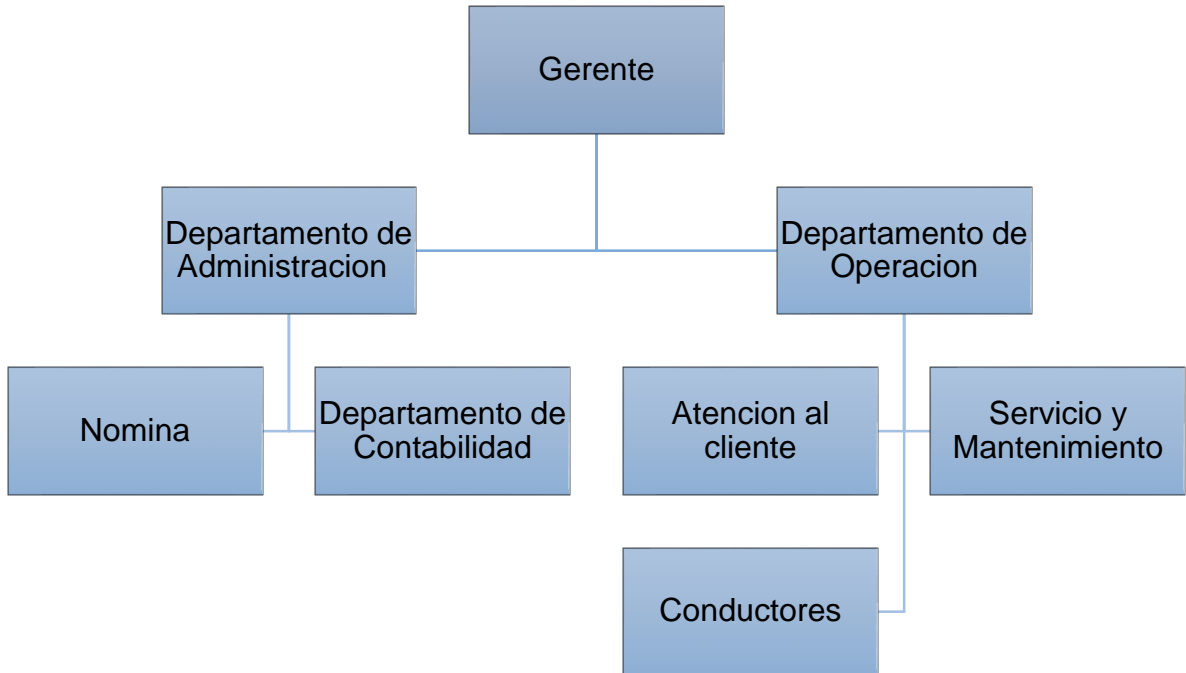
Trabajo en equipo: Nuestro personal trabaja de la mano para cumplir eficientemente con los requerimientos de nuestros clientes.

Cuidado del medio ambiente: Nuestra labor se centrará en que en cada kilómetro recorrido, consideremos siempre al mundo como nuestro propio hogar.

Confianza: Por nuestro cumplimiento y puntualidad la empresa genera la confianza de todos aquellos que se relacionan con nuestra empresa.

1.6 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Figura 3. Organigrama de la empresa



Fuente. Empresa transporte Cotra Rio Ltda.

1.7 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO

1.7.1 Objetivo general.

Establecer un vínculo de universidad- empresa, contribuyendo con la misión de la universidad industrial de Santander basada en la formación de profesionales integrales en el área de investigación y relación con la industria, mediante el desarrollo de un plan de gestión de activos para la empresa Transportes Cotra rio Ltda.

1.7.2 Objetivos específicos.

- Implementar un plan de mantenimiento por medio de actividades de planificación, organización y control para asegurar la confiabilidad y disponibilidad de los vehículos de la empresa de Transportes Cotra Rio Ltda.
- Diseñar e implementar un sistema de información para la administración del mantenimiento, realizado en una plataforma informática, y de esta manera optimizar y organizar el plan de mantenimiento de los vehículos tipo taxi de la empresa Transportes Cotra rio Ltda., en cuanto a costos de mantenibilidad y tiempos de operación.

1.8 JUSTIFICACION DEL TRABAJO DE GRADO

En el año 2013, el Ministerio de Transporte da a conocer el decreto número 2851 donde decreta en el **CAPITULO IV. PLANES ESTRATÉGICOS DE LAS ENTIDADES, ORGANIZACIONES O EMPRESAS EN MATERIA DE SEGURIDAD VIAL**. Estableciendo en una de sus líneas de acción llamada Vehículos seguros: “La organización, empresa o entidad pública o privada, deberá diseñar e instituir un plan de mantenimiento preventivo de sus vehículos de ajuste periódico, en el que establezcan los puntos estratégicos de revisión, duración, periodicidad, condiciones mínimas de seguridad activa y seguridad pasiva...”¹.

Para el año 2015 el ministerio de transporte da a conocer el decreto 0348 Por el cual se reglamenta el servicio público de transporte terrestre automotor especial y se adoptan otras disposiciones. Donde decreta en el **TITULO III CAPITULO II**.

¹ COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Decreto 2851(6, Diciembre, 2013). Por el cual se reglamentan los artículos 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 18, y 19 de la ley 1503 de 2011 y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C: El Ministerio, 2013. 11 p.

Condiciones y requisitos. Estableciendo en el artículo 19, sobre los requisitos de tecnología e informática. “ 9. Programa de revisión y mantenimiento preventivo que desarrollará la empresa para los equipos con los cuales prestará el servicio, indicando si se efectúa en centros especializados propios o por contrato, adjuntando el formato de la Ficha de la Revisión y Mantenimiento de los vehículos, de acuerdo con la reglamentación del Ministerio de Transporte.”²

La empresa por medio de la aplicación del plan de mantenimiento, se verá favorecida al optimizar su departamento de transporte, convirtiéndolo en un sistema más eficiente y seguro, tanto para su personal como para los usuarios del servicio. Adicional a estos la empresa obtiene una serie de beneficios entre los que vale la pena resaltar los siguientes:

- Compensar o contrarrestar los efectos perjudiciales que provocan las fallas prematuras de los vehículos, tanto en las personas y el medio ambiente, como en los equipos y producción.
- Garantizar un servicio eficiente por parte de la flota vehicular así como también alargar su vida útil.
- Dar cumplimiento a la normativa legal impuesta por el ministerio de transporte de la nación.
- Minimizar costos en mantenimiento correctivo.

De acuerdo a lo anterior, la empresa Transportes Cotra Rio Ltda., con su sede principal en la ciudad de Bucaramanga departamento de Santander considera de suma importancia la realización de un plan de mantenimiento con el fin de optimizar sus tareas de operación y garantizar el funcionamiento óptimo de sus vehículos, para ayudar al cumplimiento del propósito de la misma.

² COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Decreto 0348(25, Febrero, 2015). Por el cual se reglamenta el servicio público de transporte terrestre automotor especial y se adoptan otras disposiciones. Bogotá D.C: El Ministerio, 2015. 12 p

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 MANTENIMIENTO

En términos generales se puede definir al mantenimiento como el conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos con el fin de corregir o prevenir fallas, lo que permite garantizar el funcionamiento de las máquinas y prevenir paros imprevistos.

Con el desarrollo tecnológico el mantenimiento ha tenido ciertas transformaciones, al principio se veía como un conjunto de acciones correctivas para dar solución a las fallas que surgían durante la operación. Dichas actividades eran realizadas por los operarios que manejaban las maquinas, ya que tenían experiencia con ellas. En la actualidad y gracias a la evolución de las maquinas, se ha generado la necesidad de que las empresas cuenten con departamentos de mantenimiento, esto con el fin de prevenir y solucionar las fallas que presenten o que puedan presentar los equipos. Dicho mantenimiento se hace a través de personal capacitado, el cual se encarga de estudiar en qué período y con qué frecuencia ocurren las fallas, con el fin de prevenirlas y garantizar la fiabilidad del equipo, así como de disminuir al máximo los costes de mantenimiento.

2.2 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

En general con los programas de mantenimiento lo que se busca es aumentar la producción y garantizar la fiabilidad de los equipos. Para cumplir con esta tarea el mantenimiento cumple con ciertos objetivos que se pueden resumir de la siguiente manera:

1. Garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos y sistemas.

2. Evitar el envejecimiento prematuro de los equipos y sistemas.
3. Conseguir los dos objetivos anteriores a un costo razonable.

Para esto se cuenta con varios tipos de mantenimiento, entre los que se destacan: el mantenimiento preventivo, mantenimiento proactivo, gestión de mantenimiento asistido por computadora, mantenimiento predictivo, mantenimiento productivo total (TPM) y el mantenimiento basado en confiabilidad (RCM).

2.3 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

Desde sus inicios el área de mantenimiento ha venido presentando una serie de cambios que le han permitido acoplarse a las necesidades que presenta la industria, convirtiéndose en un elemento fundamental para el funcionamiento y crecimiento de la misma, a tal punto que hoy en día ocupa un lugar muy importante en la estructura de las organizaciones empresariales.

Así como el departamento de mantenimiento ha implementado una serie de modelos cambiantes en el tiempo que lo han guiado hacia una exitosa evolución, también las personas que ejecutan las tareas de mantenimiento han evolucionado en su ejercicio como profesionales del mantenimiento, pasando de ser técnicos multiusos a ser especialistas en su área de trabajo lo que a su vez ha contribuido al crecimiento y mejoramiento tanto de los departamentos de mantenimiento como de las empresas.

2.3.1 Mantenimiento Correctivo. La revolución industrial fue un periodo histórico comprendido entre la segunda mitad del siglo XVIII y principios del XIX, iniciando con la mecanización de las industrias textiles de la mano con el desarrollo de los procesos industriales a base del hierro. El inicio de los conceptos de competitividad y optimización de costos, planteo en las grandes empresas las

primeras dudas y preocupaciones sobre las fallas que surgían en los procesos de producción.

En el momento en que surgieron las primeras fallas en los equipos, fueron los operarios de estas quienes se encargaron de efectuar las reparaciones necesarias. Pero con el pasar del tiempo y la evolución de la industria, las maquinas se fueron haciendo más complejas y el tiempo que se requería para realizar las tareas de reparación fue aumentando a tal punto que surgió la necesidad de crear los primeros departamentos de mantenimiento.

Para el año 1910 la cantidad de máquinas se había incrementado en gran medida lo cual provocaba que el trabajador restara cada vez más tiempo a su labor productiva, para dedicárselo a los arreglos que se necesitaban (Mantenimiento Correctivo).

Es así como se hizo necesario formar cuadrillas de mantenimiento correctivo con personal de baja calidad para liberar de este trabajo al personal de producción. A este personal de mantenimiento correctivo se le comenzaron a asignar labores de prevención para evitar que las maquinas más importantes fallaran³.

2.3.2 Mantenimiento Preventivo. Se desarrollo en la época comprendida entre los años 1916 a 1940, Shewhart desarrolla el Control Estadístico de Calidad (SQC) y Edward Deming se le une con su libro PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD que logra una mejora importante en la industria norteamericana. Pero con la llegada de la segunda guerra mundial se abandonó esta práctica.

La administración y el control estadístico dieron pie al estudio de equipos:

³ REYNA, Idalia de la Rosa. Historia del Mantenimiento [en línea]. [Citado el 15 Octubre de 2014]. Disponible en internet:<URL:<<http://es.scribd.com/doc/63399284/Historia-Del-Mantenimiento>>

- En el análisis en los modos de fallo.
- En la aplicación de técnicas estadísticas.
- La tecnología de detección basándose en las condiciones operativas, de durabilidad y de confiabilidad.

La segunda guerra mundial obligo a los países beligerantes, sobre todo a Estados Unidos de América a trabajar con sus industrias de acero las 24 horas del día y a falta de personal por causa del conflicto, a tomar a los obreros como administradores de primer nivel, lo que también contribuiría a mejorar la comunicación y la toma de decisiones en la línea de trabajo, sin estos elementos muy seguramente Estados Unidos no hubiese tenido un alto poder en la ejecución de las tareas de mantenimiento de sus unidades militares. Entre las tareas que se realizan en el mantenimiento preventivo se destacan el cambio de piezas desgastadas, cambio de aceites y lubricantes, entre otras.

2.3.3 Mantenimiento Productivo. Debido al acelerado crecimiento de la productividad y la exigencia de los mercados por la mejora en los procesos productivos dio como resultado el aumento en la calidad del producto. Junto con esta mejora se creó el concepto de mantenimiento productivo, esto enfoco el trabajo de mantenimiento a obtener un alto grado de calidad en una gran cantidad de producto, lo que le dio un valor adicional al que ya se tenía con relación al cuidado de las máquinas.

El mantenimiento productivo no se trata solo de mantener los equipos, sino de mejorar la calidad de los mismos mediante modificaciones de diseño que mejoren su fiabilidad. Es así como el mantenimiento productivo acoge en sus conceptos los principios del mantenimiento correctivo, preventivo y de la gestión de la calidad.

2.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Existen diferentes tipos de mantenimiento y dependiendo de qué tan beneficiosos resulten para las compañías se puede definir su aplicabilidad. Es importante tener en cuenta que aunque los tipos de mantenimiento sean distintos en su forma, no lo son en sus objetivos⁴.

Para la empresa Transportes Cotra Rio Ltda. Se consideran dos tipos de mantenimiento que son los que permiten garantizar la disponibilidad y operatividad de sus equipos:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo

2.4.1 Mantenimiento Correctivo. Este tipo de mantenimiento se encarga de corregir las fallas en los equipos o sistemas que no pueden planificarse en el tiempo. Como tal, el mantenimiento correctivo consiste en localizar las averías y repararlas. Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado.

La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y, además, el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción.

La decisión de corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcarla la importancia del equipo en el sistema productivo: si la avería supone la parada inmediata de un equipo necesario, la reparación comienza sin una

⁴ GARCÍA GARRIDO, Santiago. Mantenimiento Industrial.. Vol. 4. Madrid: Renovetec, 2009

planificación previa. En cambio, si puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aun con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado.

La distinción entre mantenimiento correctivo programado y correctivo no programado afecta en primer lugar a la producción ya que la afectación que sufre el plan de producción varía dependiendo de si la parada es inmediata y sorpresiva o si se tiene cierto tiempo para reaccionar sobre la marcha y darle solución a la avería.

Por tanto, el mantenimiento correctivo no programado es claramente una situación indeseable desde el punto de vista de la producción, los compromisos con clientes y los ingresos, en su lugar el mantenimiento correctivo programado es más aceptable en términos de rentabilidad para los factores antes mencionados.

2.4.2 Mantenimiento Preventivo. Es aquel tipo de mantenimiento que se realiza anticipadamente para prevenir la aparición de averías en los equipos o sistemas, y se hace a través de inspecciones periódicas y reparaciones con el fin de garantizar su buen funcionamiento y fiabilidad. Dentro del mantenimiento preventivo encontramos las siguientes subdivisiones:

- **Mantenimiento programado:** es aquel tipo de mantenimiento que se realiza en el equipo por medio de revisiones programadas, por tiempo de trabajo, kilometraje recorrido, etc., de acuerdo a una periodicidad fija.
- **Mantenimiento predictivo:** es aquel mantenimiento donde se interviene el equipo mientras está en funcionamiento para predecir en qué momento se deben efectuar las reparaciones con el fin de evitar situaciones indeseables tales como paradas de emergencia y tiempos muertos, y así disminuir el impacto directo en el coste de mantenimiento de los equipos.
- **Mantenimiento de oportunidad:** Por medio de este mantenimiento se efectúan operaciones de chequeo y reparaciones, con el fin de garantizar

el óptimo funcionamiento y fiabilidad del equipo y se realiza cuando el equipo no está en uso.

2.4.2.1 Ventajas del mantenimiento preventivo. A continuación se presentan las ventajas más relevantes en el proceso de mantenimiento preventivo

- Disminuye los pagos por tiempo extra de los trabajadores de mantenimiento en ajustes ordinarios y en reparaciones producto de paros imprevistos.
- Disminuye los costos por reparaciones asociadas a defectos sencillos siempre y cuando se realicen antes de los paros imprevistos.
- Habrá menor número de servicios rechazados, mejor calidad y por lo tanto mayor confianza por parte de los clientes.
- Aumenta la vida útil de los existentes.
- Mayor seguridad para los trabajadores.
- Cumplimiento con los cupos y plazos de servicios comprometidos.
- Conocer anticipadamente el presupuesto asociado a costos de mantenimiento.
- Disminuye el tiempo ocioso, hay menos paros imprevistos.
- Accionar armónico del servicio de mantenimiento.

2.4.2.2 Alcance del mantenimiento preventivo. Un buen programa de mantenimiento preventivo incluirá la mayor parte de los bienes físicos de la planta, se asegurará de incluir funciones estacionales del equipo mismo. Los equipos a los cuales se les va a realizar un mantenimiento preventivo dependerán del tipo de empresa.

El mantenimiento preventivo es relativamente moderno el desarrollo y aceptación que ha tenido en los últimos tiempos ha supuesto el que se haya aplicado, en ocasiones un poco indiscriminadamente.

Por otra parte no siempre es conveniente aplicar el mantenimiento preventivo ya que existen casos en los que los elementos que componen los sistemas son fabricados para cumplir periodos de vida relativamente cortos, también existen otros elementos como los motores eléctricos de baja potencia, los cuales conviene rodar hasta que cumplan con su periodo de vida útil ya que su mantenimiento resultaría muy costoso.

2.4.2.3 Justificación para contar con un mantenimiento preventivo. Además de las ventajas mencionadas en párrafos anteriores sobre la importancia de hacer un mantenimiento preventivo, se tendrá que evaluar si el mantenimiento preventivo es o no conveniente en un caso determinado, para lo cual es fundamental contar con los datos sobre la distribución de averías, puesto que las distribuciones de tiempo entre descomposturas muestran la frecuencia con la cual las máquinas funcionan sin necesidad de repararlas, y es precisamente en este punto donde podremos dictaminar la necesidad de instaurar o no un plan de mantenimiento preventivo.

2.4.2.4 Revisión preventiva planificada. Desde el punto de vista de organización la revisión preventiva planificada establece las siguientes etapas:

- Puntos de revisión en la planta.
- Normas de revisión y tiempo estimado para la misma.
- Periodicidad.
- Fijación de rutas o caminos.
- Personal necesario.
- Planeamiento de las revisiones.
- Emisión de órdenes de trabajo, estudiando en forma correcta la preferencia para el mantenimiento correctivo.
- El costo del equipo juega un papel importante para la justificación de un mantenimiento preventivo.

2.4.2.5 Formas del mantenimiento preventivo. Todos los datos de instrucciones, el historial y las acciones de mantenimiento preventivo deben registrarse en forma adecuada. Esto contribuye en gran medida en los procesos de creación y evaluación de las políticas administrativas en lo que se refiere al mantenimiento.

Las fuentes de información disponibles para realizar las tareas de mantenimiento deben ser lo más confiables posible. Por lo general las empresas trabajan con las siguientes fuentes de información:

- Documentación técnica provista por el fabricante (las llamadas cartas u hojas de máquina, también llamadas fichas de equipo).
- Documentación acumulada producto de la experiencia la cual es ordenada generalmente mediante órdenes de trabajo elaboradas por el usuario.
- Consultas a otros usuarios.

Con base en la información de las fuentes anteriores es posible elaborar las planillas de inspección de los bienes productivos, los formularios de trabajo de mantenimiento y las tarjetas de registro histórico.

Respecto a la primera fuente de información, en ocasiones la documentación técnica emitida por los fabricantes para proteger los activos productivos de una empresa mediante labores de mantenimiento preventivo, resulta insuficiente, por lo que se hace necesario recurrir a la experiencia y observación de aquellos que trabajan o que han trabajado con los elementos a los cuales se va aplicar el programa de mantenimiento. Esto ha contribuido en la creación de una nueva cultura alrededor del mantenimiento la cual ha incluido entre sus herramientas de trabajo la creación de manuales de maquinaria, los cuales por supuesto están sujetos a mejoras y cambios.

Para que estos manuales de bienes productivos sean realmente útiles deben contener los siguientes capítulos:

- Manual de mantenimiento: Contiene información sobre el buen cuidado del equipo.
- Manual de operación: Contiene información sobre el uso correcto del equipo.
- Manual de inspección: Contiene las indicaciones acerca de las formas y períodos de detección.
- Manual de reparaciones – Indica la técnica de reparación.
- Catálogo de piezas Contiene las indicaciones acerca de las características de las piezas de repuesto.

El trabajo que atañe la elaboración y el diseño de estos documentos debe hacerse entre el departamento de mantenimiento y el departamento de métodos. Es de vital importancia contar con un banco bibliográfico en lo referente a técnicas de mantenimiento, generalmente esta información se encuentra en revistas especializadas que informan las fallas más comunes en los bienes productivos. Para un buen logro en estas actividades es necesario contar de manera adicional con un buen análisis y experiencia por parte del usuario.

2.4.2.6 Elaboración de las formas de mantenimiento. Después de recolectar la información necesaria acerca de los bienes productivos, se debe proceder a hacer una depuración de los mismos, seguidamente se deben desarrollar los diferentes formas que ayudaran a “controlar” las operaciones de mantenimiento en los bienes productivos, lo cual se hace teniendo en cuenta las políticas a las que se acoge la empresa para el desarrollo de estos procesos. Los documentos mínimos imprescindibles para este proceso son:

- Tarjetas o fichas de equipo (el más importante).
- Planillas de inspección u hojas de ruta (M.S.).
- Registros de las fechas de inspección.
- Pedidos (reportes) de reparación de máquinas u órdenes de trabajo, y según el tipo de este (emergencia, urgente y normal) depende que hayan varios tipos de formas.
- Planillas de registro de lubricación.
- Informe de horas improductivas por mantenimiento.
- Informes de costos de lucro cesante (por mantenimiento).
- Informes de costo de mantenimiento sea cual fuere éste y de mano de obra.

Todos estos informes son importantes para la elaboración de formularios u otros informes dependiendo del tipo de empresa de que se trate y lo mismo que del tipo de bien productivo.

La buena organización del mantenimiento radica por lo general en mantener un buen archivo de formatos, hechos en colaboración conjunta por el departamento de mantenimiento y el departamento de métodos, disponibles para la elaboración de los diversos manuales utilizados en el departamento de mantenimiento, además de ser importantes para un buen seguimiento en las políticas a ejecutar en cuanto al mantenimiento en general se refiere.

2.4.3 Gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO). Se trata de una herramienta computacional “software” la cual es de gran ayuda para realizar la gestión de toda la información del mantenimiento de una empresa. Dicha información se usa para que todas las actividades de mantenimiento se realicen de forma segura y eficaz.

La estructura del sistema se da en términos de módulos de software, por lo general un software de mantenimiento estándar contiene algunos o todos los módulos que se enuncian a continuación:

- Control de inventarios.
- Gestión de compras.
- Tareas de mantenimiento preventivo.
- Ordenes de trabajo.
- Gestión de activos.
- Seguridad.
- Recursos humanos.
- Dentro de las ventajas o beneficios de un GMAO encontramos:
- Optimización de los recursos.
- Análisis de averías.
- Reducir tiempos de mantenimiento y costes.
- Mejoras en los procesos de calidad y productividad de la empresa.
- Planificación de tareas.
- Control de la documentación.
- Control del stock de repuestos.
- En general el control de todos los procesos del mantenimiento.

2.5 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Son parámetros numéricos que convenientemente utilizados nos brindan las herramientas para tener una mejora continua en el desarrollo y aplicación de nuestros métodos y técnicas de mantenimiento. La magnitud de los indicadores sirve como elemento de comparación en relación a un valor o nivel de referencia, con el fin de adoptar acciones correctivas, modificativas o predictivas según lo requiera el caso.

La confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad son prácticamente las únicas medidas técnicas y científicas fundamentadas en cálculos matemáticos, estadísticos y probabilísticos, que tiene el mantenimiento para su análisis.

Estos índices son herramientas para la definición de como las instalaciones ofrecen resultados si su capacidad está bien usada.

2.5.1 Disponibilidad. La disponibilidad es el parámetro más importante asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción, y se define como la probabilidad de que una maquina esté preparada para producción en un periodo de tiempo determinado, es decir que no se encuentre deshabilitada para trabajar por causa de averías o ajustes.

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p} \quad \text{Ecuación 2.1}$$

Donde,

D = Disponibilidad teórica

T_o = Tiempo total de operación

T_p = Tiempo total de parada

Los periodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea que estas se presenten por labores de mantenimiento planificado o por paradas de producción, dado que estas no son debidas al fallo de la máquina. Aunque la anterior es la definición natural de disponibilidad, esta se suele definir de forma más práctica a través de los tiempos medios entre fallos y de reparación. De esta forma se obtiene la siguiente ecuación.

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR} \quad \text{Ecuación 2.2}$$

Donde,

D	= Disponibilidad
$TPEF$	= Tiempo promedio entre fallos
$TPPR$	= Tiempo promedio de reparación

2.5.2 Confiabilidad. Es la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las que fue diseñado, y las ejecute durante el periodo de tiempo especificado y bajo las condiciones de operaciones dadas. El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utiliza lo que denominamos la tasa de falla, por tanto, la media de tiempos entre fallas (TPEF) caracteriza la fiabilidad de la máquina.

2.5.2.1 Tiempo promedio entre fallas. Es la medida de tiempo promedio en que es capaz de operar el equipo a plenitud de su capacidad, sin interrupciones dentro de un periodo considerado de estudio.

$$TPPF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS} \quad \text{Ecuación 2.3}$$

Donde,

$TPPF$	= Tiempo promedio entre fallas
$HROP$	= Horas de operación
$NTFALLAS$	= Número de fallas detectadas

2.5.3 Mantenibilidad. Es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición específica en un periodo de tiempo dado, y usando unos recursos determinados. Por tanto, la media de tiempos de reparación (TPPR) caracteriza la mantenibilidad del equipo.

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

Ecuación 2.4

Donde,

$TPPR$ = Tiempo promedio para reparar
 TTF = Tiempo total de fallas
 $NTFALLAS$ = Número de fallas detectadas

3 DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO TRANSPORTES COTRA RIO LTDA.

El diagnóstico realizado al programa de mantenimiento de la empresa Transportes Cotra Rio Ltda., tuvo como objetivo identificar los elementos que intervienen en las labores de mantenimiento y por medio de ellos determinar las falencias del actual modelo de mantenimiento. De igual forma se hizo la valoración de los equipos “taxis” por medio de un proceso de observación y documentación del estado de los mismos, para lo cual se utilizaron formatos técnicos diseñados específicamente para tal fin, por medio de los cuales se pudo adelantar la codificación e inventario de los diferentes elementos que componen los sistemas de los vehículos, gracias a esto se pudo determinar el tipo de plan más adecuado para la administración del mantenimiento en la empresa.

3.1 ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

El diagnóstico a la administración del mantenimiento en la empresa Transportes Cotra Rio Ltda. Se realizó a través de entrevistas, inspección y observación en un periodo de 2 meses. En esta fase de diagnóstico, se logró entrevistar al gerente y a los operarios de los equipos. Quienes basados en su experiencia explicaron el proceso que se llevaba a cabo durante la ejecución de las labores de mantenimiento de un equipo. De este modo se opta por dividir el diagnóstico en dos partes, la primera que es el proceso de mantenimiento y la segunda que el sistema de información.

3.1.1 Proceso de mantenimiento. Transportes Cotra Rio Ltda., utiliza para su labor productiva una flota de vehículos propios, la cual es complementada con vehículos propiedad de terceros que se encuentran afiliados a la compañía, lo que les permite llevar a cabo su operación. Para los vehículos que no son propiedad

de la compañía pero que funcionan bajo su afiliación, existe una normativa que obliga a que los propietarios de los automotores presenten un control del mantenimiento donde se incluyan todas y cada una de las operaciones de mantenimiento realizadas al vehículo, este registro debe ser entregado mes a mes al momento de realizar el pago de administración.

A partir del resultado del trabajo de campo se determinó que la empresa tiene dos tipos de mantenimiento; el primero de ellos el de tipo correctivo, el cual dada la carencia de un plan de mantenimiento predomina altamente, y el segundo el de tipo preventivo.

El mantenimiento de tipo correctivo se da producto de una o varias fallas que ocasionan que el vehículo no pueda cumplir con su propósito. Cuando esto sucede el operario reporta la falla, ya sea a su coordinador operativo o al dueño del vehículo en el caso de que el automotor este afiliado a la empresa, este último después de evaluar la situación ordena las tareas a realizar para reparar el automotor y las registra en el formato de inspección para luego entregarlas al encargado de llevar el registro de mantenimiento en la empresa y así tener un seguimiento del vehículo.

Las tareas de mantenimiento preventivo se realizan basándose en algunos elementos de registro de operación tales como el kilometraje, gracias al cual y siguiendo las recomendaciones del fabricante se pueden promediar los tiempos en que se debe realizar el cambio de determinados componentes. Adicional a esto se encuentran las anomalías que detecta el operario en su turno de labor, entre las cuales están por ejemplo: sonidos, olores, paradas repentinas, aumento de temperatura en las piezas del automóvil o movimientos extraños. Las cuales también obligan a que se realice un mantenimiento preventivo, y que deben ser expuestas ante el coordinador operativo ya sea de forma verbal o escrita, para que

a su vez entregue la novedad al gerente con el fin de clasificar la falla y definir la necesidad y el tiempo para tomar acción correctiva.

3.1.2 Sistemas de información. Transportes Cotra Rio Ltda., administra su información por medio de un archivo que contiene la documentación de los equipos, asociado a la documentación se encuentra información básica de los procesos de mantenimiento como por ejemplo, facturas de compra de repuestos y costos asociados al mantenimiento. Es importante aclarar que la información existente en este archivo está incompleta y en algunos casos desactualizada

3.1.3 Documentación técnica. La empresa cuenta con equipos que carecen de manual de usuario. Esto conlleva a realizar un mantenimiento muy empírico llevando a posibles fallas en los automotores.

3.1.4 Costos de mantenimiento. El departamento desconoce los costos totales del mantenimiento de los automotores ya que solo se guardan algunas facturas relevantes, las cuales con el tiempo y dado que no se cuenta con un sistema informático, se pierden por desgaste o descuido del archivo.

3.1.5 Área de mantenimiento. No se cuenta con un área para desarrollar actividades propias de mantenimiento, actualmente se dispone de sectores aledaños al área de operación para realizar dichos procesos de mantención.

3.1.6 Personal de mantenimiento. Los operarios del mantenimiento de vehículos son poco capacitados para realizar estas acciones de mantenimiento, son muy empíricos.

3.2 AUDITORÍA DEL MANTENIMIENTO E INDICADORES DE GESTIÓN⁵

Para diagnosticar con suficiente certeza la situación actual del mantenimiento de la empresa Transportes Cotra Rio Ltda., se efectuó una encuesta, en la cual se estudiaron 12 apartados de vital importancia dentro de un programa de mantenimiento.

En caso de dar una puntuación desfavorable es imperativo hacer una reflexión, en la cual se deben plantear propuestas de mejora según sus debilidades.

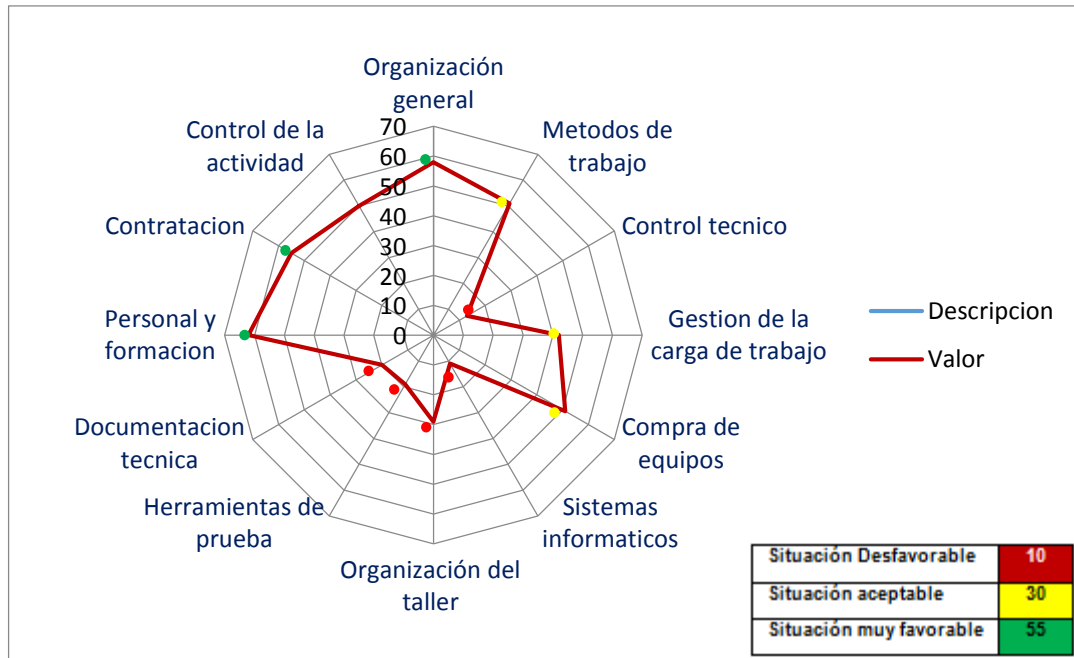
La Tabla 1, presenta los apartados de la auditoria, y la Figura 5, muestra la representación gráfica de dicho resultado, mediante una figura tipo radar.

Tabla 1. Apartados de la auditoria

 DIAGNOSTICO DEL MANTENIMIENTO		
ITEM	DESCRIPCION	VALOR
1	Organización general	58
2	Metodos y sistemas de trabajo	51
3	Control tecnico de instalaciones y equipos	13
4	Gestion de la carga de trabajo	42
5	Compra y registro de la compra de equipos	51
6	Sistemas informaticos	11
7	Organización del taller de mantenimiento	29
8	Herramientas y medios de prueba	19
9	Documentacion tecnica	20
10	Personal y formacion	62
11	Contratacion	55
12	Control de la actividad	50

⁵ González Fernández, Francisco Javier, Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión, Madrid España, 2004. P. 102-175

Figura 4. Resultado de la auditoria de mantenimiento



3.3 RESULTADOS Y ANALISIS DE LA AUDITORIA DE MANTENIMIENTO

Una vez realizado el diagnóstico de la administración se tienen las siguientes observaciones:

- La empresa Transportes Cotra Rio Ltda., no cuenta con un plan de mantenimiento definido para sus equipos.
- La empresa Transportes Cotra Rio Ltda., no cuenta con un sistema de información que le permita gestionar las operaciones de mantenimiento de manera óptima, es decir de una forma ordenada y rápida.
- La empresa Transportes Cotra Rio Ltda., no posee catálogos de fabricante ni documentación técnica de gran parte de los automotores y la poca información con que se cuenta esta desactualizada.
- El personal posee conocimientos empíricos en cuanto a lo relacionado con el mantenimiento de los automotores bajo su cuidado y manipulación, esto

conlleva a cometer errores de caracteres técnicos y causales de fallas para el equipo.

3.4 EQUIPOS

En el proceso de diagnóstico de los equipos se utilizaron formatos técnicos en los cuales se incluyeron las diferentes características, especificaciones y estado de los vehículos. Para llevar a cabo esta tarea fue necesario realizar una codificación de los equipos y hacer un inventario de los mismos.

3.4.1 Codificación. Gracias a la codificación se puede organizar y por ende mejorar la administración del mantenimiento, puesto que brinda orden y prontitud a la hora de buscar algún equipo en la base datos. La empresa Transportes Cotra Rio Ltda., no cuenta con un sistema de codificación para sus equipos, de modo que su sistema de información no está organizado, por lo tanto el modelo de mantenimiento no es el óptimo.

A continuación se muestra la forma en que se realizó la codificación de los equipos, la cual se basa en un sistema alfanumérico de 6 caracteres, cuya distribución está dada de la siguiente manera. Los dos primeros caracteres hacen referencia al nombre de la empresa. El segundo y tercer carácter resumen la palabra móvil, y los dos caracteres restantes hacen referencia al número interno del vehículo.

Ejemplo:

TC- MV-00

3.4.2 Estado actual de los equipos. Para cumplir con las labores de inspección de los vehículos se elaboró un formato el cual permite evidenciar el estado actual

de los automotores. Para poder evaluar las partes de los equipos se pondero la funcionalidad de estos de la siguiente manera:

- Bueno: El componente no requiere de reparación
- Regular: El componente requiere ajustes
- Malo: El componente debe ser reparado o cambiado

Adicional a esto la inspección realizada a los equipos sirvió como puente para conocer las características básicas de los vehículos, tales como: clase, descripción, fabricante, capacidad parámetros de operación, entre otros. Datos que se deben conocer afondo y que son necesarios para realizar un correcto plan de mantenimiento

Tabla 2. Estado actual de los vehículos

	DIAGNOSTICO DE EQUIPOS	
EQUIPO	CALIFICACIÓN	OBSERVACION
TC-MV-01	B	Sin Observación
TC-MV-02	R	Fugas de aceite
TC-MV-03	B	Sin Observación
TC-MV-04	B	Sin Observación
TC-MV-05	B	Sin Observación
TC-MV-06	B	Sin Observación
TC-MV-07	B	Sin Observación
TC-MV-08	B	Sin Observación
TC-MV-09	B	Sin Observación
TC-MV-10	R	Fallas en el Alternador
TC-MV-11	B	Sin Observación
TC-MV-12	B	Sin Observación
TC-MV-13	B	Sin Observación
TC-MV-14	B	Sin Observación
TC-MV-15	B	Sin Observación

3.4.3 Inventario. Transportes Cotra Rio Ltda., cuenta con una flota de vehículos compuesta por 15 vehículos propios de las marcas “Hyundai, Kia y Chevrolet” y 20 vehículos afiliados, a estos últimos se les hace un seguimiento en cuanto a su mantenimiento por medio del formato “orden de trabajo” adjunto en la Tabla 31, el cual debe ser entregado todos los meses en las oficinas de la empresa.

El objetivo de crear un inventario de los vehículos es identificar claramente los equipos involucrados en la administración del mantenimiento. Para realizar este inventario se diseñaron las siguientes tablas, con el fin de organizar la inspección.

Tabla 3. Inventario de vehículos

	INVENTARIO DE VEHICULOS			
Numero	Codigo	Marca	Modelo	Placa
1	TC-MV-01	Hyundai	2012	SXR 989
2	TC-MV-02	Hyundai	2005	WHL 127
3	TC-MV-03	Hyundai	2011	SQC 637
4	TC-MV-04	Hyundai	2014	TAR 039
5	TC-MV-05	Kia	2013	TAQ 636
6	TC-MV-06	Kia	2014	TAQ 908
7	TC-MV-07	Kia	2013	XMA 691
8	TC-MV-08	Kia	2013	TTS 148
9	TC-MV-09	Kia	2011	TAR 039
10	TC-MV-10	Chevrolet	2005	XVD 284
11	TC-MV-11	Chevrolet	2008	XVW 206
12	TC-MV-12	Chevrolet	2008	TAQ 514
13	TC-MV-13	Chevrolet	2008	XMA 832
14	TC-MV-14	Chevrolet	2007	TAQ 083
15	TC-MV-15	Chevrolet	2008	XMD 483

Los vehículos de la empresa Transportes Cotra Rio., cuentan con una serie de herramientas básicas que sirven como apoyo para el conductor y los pasajeros en caso de que se presente alguna anomalía o emergencia. Estos elementos se describen a continuación.

Tabla 4. Inventario de herramientas de los vehículos

 HERRAMIENTAS BASICAS DEL VEHICULO		Codigo TC-MV-01
		Pagina 1
ELEMENTO	CANTIDAD	
Gato	1	
Botiquín de primeros auxilios	1	
Cruceta	1	
Señales de carretera en forma de triángulo	2	
Tacos para bloquear el vehículo	2	
Alicate	1	
Destornilladores	2	
Llave de expansión	1	
Llave fija	1	
Linterna	1	
Llanta de repuesto	1	
Pate cabra	1	

4 ANALISIS DE CRITICIDAD

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual de la empresa.⁶

Este análisis genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico, diferenciando tres zonas de clasificación: crítico, mediana criticidad y no crítico. Una vez identificadas estas zonas, se facilita la creación de una estrategia para realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional, iniciando las aplicaciones en el conjunto de equipos que formen parte de la zona de equipos críticos. La lista generada permite nivelar y homologar criterios para establecer prioridades, y focalizar el esfuerzo que garantice el éxito maximizando la rentabilidad.

En este proceso es importante tener en cuenta que el mejoramiento de la confiabilidad operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y equipos, está asociado con cuatro aspectos fundamentales: confiabilidad humana, confiabilidad del proceso, confiabilidad del diseño y la confiabilidad del mantenimiento.⁷

⁶ Moubray, J. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Gran Bretaña: Aladon Ltda. 2004. ISBN 095 39603-2-3.

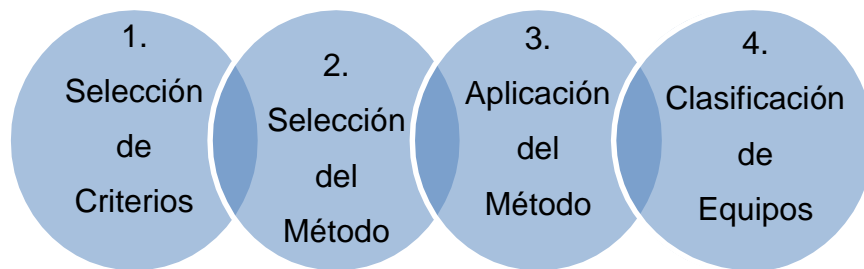
⁷ Reliabilityweb. (s.f.). El Análisis de Criticidad, una Metodología para mejorar la Confiabilidad Operacional. Recuperado el 2016 de Diciembre de 28, de <http://reliabilityweb.com/>

La empresa Transportes Cotra Rio Ltda., cuenta con vehículos tipo taxi a los cuales es necesario efectuarles un mantenimiento con el fin de garantizar un óptimo desempeño en sus labores de trabajo, al tiempo que se garantiza la seguridad de sus pasajeros y de la mercancía que estos trasportan.

Dado que estos vehículos poseen características diferentes, el mantenimiento no se puede ejecutar de la misma manera para todos los equipos, por tal motivo se debe jerarquizar para enfocar los trabajos de mantenimiento según su importancia.

Para poder efectuar el análisis de criticidad se debe hacer la selección de criterios, seguido por la selección del método, luego la aplicación del método y finalmente se obtiene una clasificación de los equipos por su criticidad, esta secuencia se ilustra en la Figura 5.

Figura 5. Proceso de análisis de criticidad



4.1 MODELO DE CRITICIDAD DE FACTORES PONDERADOS

El modelo de criticidad de factores ponderados basados en el concepto del riesgo fue desarrollado por un grupo de consultoría inglesa denominado: *The Woodhouse Partnership Limited* [Woodhouse Jhon. “Criticality Analysis Revisited”, The Woodhouse Partnership Limited, Newbury, England 1994].

Este es un método semicuantitativo bastante sencillo y práctico, soportado en el concepto del riesgo. A continuación se presenta de forma detallada la expresión utilizada para jerarquizar los equipos:

$$CR = f * C_{falla}$$

$$C_{falla} = a + \frac{1}{2} * (b * C)$$

Ecuación 4.1

Donde,

CR = Criticidad

f = Frecuencia

C_{falla} = Consecuencia de falla

a = Costo de reparación + impacto ambiental + impacto en salud y seguridad


b = Impacto sobre la producción * tiempo promedio para reparar

c = Impacto energético

4.2 ANÁLISIS DE CRITICIDAD POR VEHÍCULOS

Para el análisis de criticidad de los equipos de la empresa Transportes Cotra Rio Ltda., se hizo una evaluación sobre ciertos factores que ponderan y cualifican cada equipo, para luego unirse en una función que finalmente entrega resultados de criticidad. La recolección de información para aplicar apropiadamente el análisis de criticidad se realizó mediante la elaboración de una encuesta en la que tuvieron participación los operarios de cada uno de los vehículos. La tabla 5 presenta el formato de encuesta.

Tabla 5. Encuesta Análisis de Criticidad

ENCUESTA ANALISIS DE CRITICIDAD		
Equipo	TC-MV05	
Fecha	Noviembre 25 de 2016	
Operario	Victor hugo acevedo	
Frecuencia de falla		
1 o menos por año		1
2 fallas por año		2
3 fallas por año		3
4 fallas por año		4
Mas de 4 fallas por año		5
Impacto operacional		
No tiene impacto en el servicio		0
Influencia moderada		1
Influencia relevante		2
Paro en la prestacion del servicio		3
Tiempo promedio para reparar		
Menos de 2 horas		1
Entre 2 y 4 horas		2
Entre 4 y 24 horas		3
Entre 24 y 48 horas		4
Más de 48 horas		5
Costos de reparación		
Menos de \$100.000		5
Entre \$100.000 y \$300.000		10
Entre \$300.000 y \$500.000		15
Mas de \$500.000		20
Impacto ambiental		
No genera ningún impacto		5
Impacto bajo		10
Impacto medio		15
Impacto alto		20
Impacto salud ocupacional		
No genera heridas ni lesiones		2
Puede ocasionar leves lesiones no incapacitantes		10
Puede ocasionar lesiones con incapacidad de 1 a 30 días		15
Puede ocasionar lesiones con incapacidad de más de 30 días		20

4.2.1 Factores ponderados para análisis por vehículos. Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión del riesgo se presentan a continuación:

Frecuencia de fallas: Es el número de veces que falla un equipo en un determinado tiempo, en este caso será para un año, y su puntuación está dada en un rango de 1 al 5.

Tabla 6. Frecuencia de fallas

Frecuencia de falla	
1 o menos por año	1
2 fallas por año	2
3 fallas por año	3
4 fallas por año	4
Mas de 4 fallas por año	5

Impacto operacional: Representa la influencia que tiene el fallo del equipo en la prestación del servicio.

Tabla 7. Impacto operacional

Impacto operacional	
No tiene impacto en el servicio	0
Influencia moderada	1
Influencia relevante	2
Paro en la prestacion del servicio	3

Tiempo promedio para reparar: Es el tiempo promedio que se invierte para que un equipo entre en funcionamiento nuevamente después de presentar una falla.

Tabla 8. Tiempo promedio para reparar

Tiempo promedio para reparar	
Menos de 2 horas	1
Entre 2 y 4 horas	2
Entre 4 y 24 horas	3
Entre 24 y 48 horas	4
Más de 48 horas	5

Costos de reparación: Pondera según el costo económico promedio que representa la reparación de un equipo, en este se tiene en cuenta tanto la mano de obra como los repuestos.

Tabla 9. Costos de reparación.

Costos de reparación	
Menos de \$100.000	5
Entre \$100.000 y \$300.000	10
Entre \$300.000 y \$500.000	15
Mas de \$500.000	20

Impacto ambiental: Se pondera dependiendo de las consecuencias ambientales que pueda ocasionar el equipo cuando presenta una falla.

Tabla 10. Impacto ambiental.

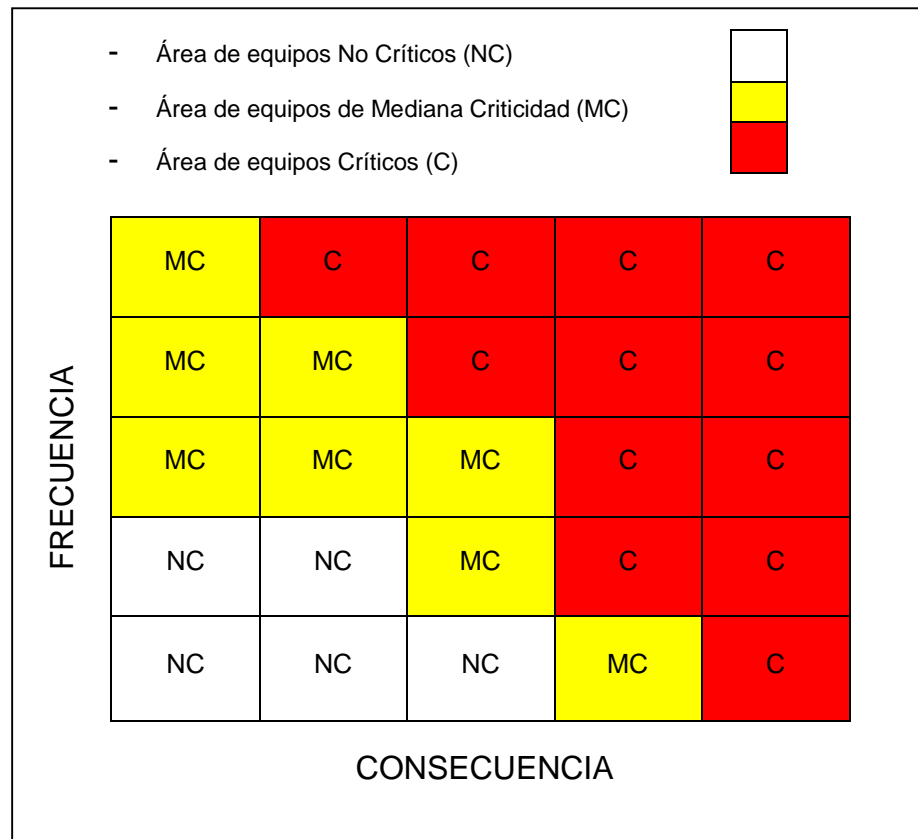
Impacto ambiental	
No genera ningún impacto	5
Impacto bajo	10
Impacto medio	15
Impacto alto	20

Impacto salud ocupacional: Evalúa el equipo según las consecuencias que puede ocasionar en la salud y seguridad sobre una persona al presentarse una falla.

Tabla 11. Impacto salud ocupacional.

Impacto salud ocupacional	
No genera heridas ni lesiones	2
Puede ocasionar leves lesiones no incapacitantes	10
Puede ocasionar lesiones con incapacidad de 1 a 30 días	15
Puede ocasionar lesiones con incapacidad de más de 30 días	20

Figura 6. Tabla de criticidad



4.2.2 Resultados del análisis de criticidad por vehículo.

Tabla 12. Resultados del análisis de criticidad


 RESULTADOS ANALISIS DE CRITICIDAD DE LOS VEHICULOS									
Codigo	Tipo	Frecuencia De Falla	Impacto Operacional	Tiempo de Reparacion	Costos de Reparacion	Impacto Ambiental	Impacto Salud Ocupacional	Consecuencia	Criticidad
TC-MV-01	Hyundai	3	1	3	15	10	10	36,5	109,5
TC-MV-02	Hyundai	5	2	4	20	15	10	49	245
TC-MV-03	Hyundai	4	1	3	15	10	10	36,5	146
TC-MV-04	Hyundai	1	0	3	10	5	10	25	25
TC-MV-05	Kia	2	1	3	15	10	10	36,5	73
TC-MV-06	Kia	1	0	3	10	5	10	25	25
TC-MV-07	Kia	2	1	3	15	10	10	36,5	73
TC-MV-08	Kia	3	1	3	15	10	10	36,5	109,5
TC-MV-09	Kia	4	1	3	20	10	10	41,5	166
TC-MV-10	Chevrolet	5	2	4	20	15	10	49	245
TC-MV-11	Chevrolet	4	1	3	20	10	10	41,5	166
TC-MV-12	Chevrolet	3	1	3	20	10	10	41,5	124,5
TC-MV-13	Chevrolet	4	1	3	20	10	10	41,5	166
TC-MV-14	Chevrolet	4	1	3	20	10	10	41,5	166
TC-MV-15	Chevrolet	3	1	3	20	10	10	41,5	124,5

Figura 7. Tabla de criticidad para los vehículos

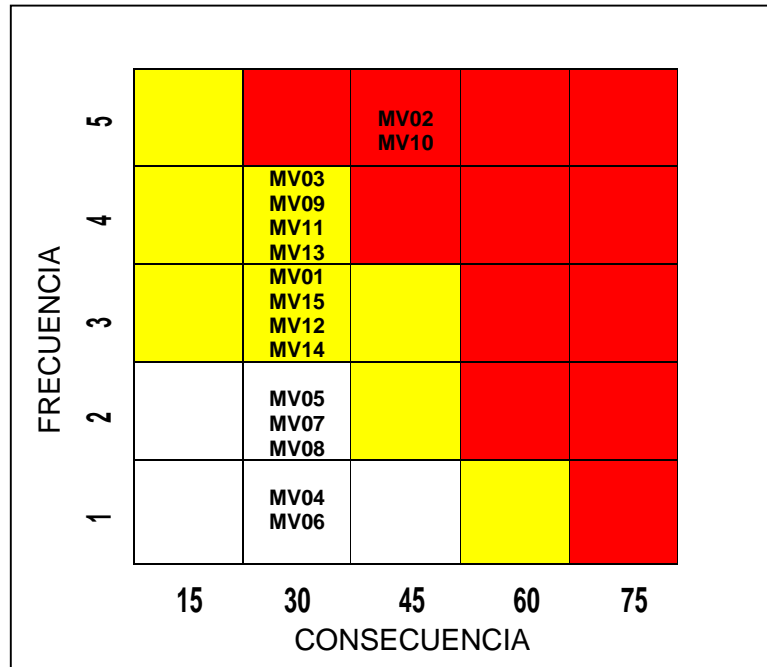



Tabla 13. Niveles de criticidad de los vehículos

FF: Frecuencia de fallas, IO: Impacto operacional, TR: tiempo de reparación, CR: Costo de reparación, IA: Impacto ambiental, ISO: Impacto en salud ocupacional

 NIVELES DE CRITICIDAD VEHICULOS								
CODIGO	FF	IO	TR	CR	IA	ISO	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
TC-MV-04	1	0	3	10	5	10	25	25
TC-MV-06	1	0	3	10	5	10	25	25
TC-MV-05	2	1	3	15	10	10	36,5	73
TC-MV-07	2	1	3	15	10	10	36,5	73
TC-MV-08	2	1	3	15	10	10	36,5	73
TC-MV-01	3	1	3	15	10	10	36,5	109,5
TC-MV-12	3	1	3	20	10	10	41,5	124,5
TC-MV-14	3	1	3	20	10	10	41,5	124,5
TC-MV-15	3	1	3	20	10	10	41,5	124,5
TC-MV-03	4	1	3	15	10	10	36,5	146
TC-MV-09	4	1	3	20	10	10	41,5	166
TC-MV-11	4	1	3	20	10	10	41,5	166
TC-MV-13	4	1	3	20	10	10	41,5	166
TC-MV-02	5	2	4	20	15	10	49	245
TC-MV-10	5	2	4	20	15	10	49	245

Luego de la realización del análisis de criticidad a los equipos de Transportes Cotra Rio Ltda., Se concluye lo siguiente:

- Se evidencia que la mayoría de los equipos se encuentran en la zona crítica y de mediana criticidad, donde se pueden observar a los vehículos de códigos: TC-MV-01, TC-MV-12, TC-MV-14, TC-MV-15, TC-MV-03, TC-MV-09, TC-MV-11, TC-MV-13, TC-MV-02, TC-MV-10
- A los equipos ubicados en el área crítica se les debe hacer un buen seguimiento, debido a que son los que presentan mayores fallas. Entre estos encontramos a los vehículos identificado con el código TC-MV-10 y TC-MV-02, con un alto valor de criticidad.

Después de establecer en que zona de criticidad se encuentra cada uno de los equipos de la empresa y teniendo en cuenta que un vehículo es una maquina

integrada por varios sistemas que individualmente pueden presentar un número elevado de fallas en los elementos que lo componen, se hará un nuevo análisis de criticidad por fallas, para determinar cuáles son las más críticas.

4.3 ANALISIS DE CRITICIDAD POR FALLAS

El análisis de criticidad por fallas se hará por marca y línea del vehículo, dado que los sistemas de los automotores son similares se puede tener en cuenta el mismo análisis para los vehículos que compartan estas dos características. Los vehículos seleccionados en cada grupo son aquellos que presentan mayor criticidad. Para la evaluación de la criticidad por fallas se tendrá en cuenta la clasificación de las fallas por sistema, según la norma NTC-5375 del 2010. Esta norma además nos ofrece unos defectos en los vehículos automotores, según la gravedad que sea, el defecto será tipo A o tipo B.

Defectos tipo A: Son aquellos defectos graves que implican un peligro inminente para la seguridad del vehiculó, la de otros vehículos, la de sus ocupantes o de los demás usuarios de la vía pública o del ambiente.

Defectos tipo B: Son aquellos defectos que implican un potencial para la seguridad del vehiculó, la de otros vehículos, de sus ocupantes o de los demás usuarios de la vía pública o del ambiente⁸.

4.3.1 Factores ponderados para análisis por sistemas. Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión del riesgo se presentan a continuación.

⁸ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Bogotá: ICONTEC, 2010,3h. (NTC 5375)

Tabla 14. Factores ponderados para evaluar las fallas en los vehículos

Frecuencia de fallas	
1 falla por año	1
2 fallas por año	2
3 fallas por año	3
4 o más fallas por año	4

Tiempo promedio para reparar	
1 hora o menos	1
Entre 1 y 2 horas	2
Entre 2 y 3 horas	3
3 horas o mas	4

Costo de reparación	
Menos de 50000\$	5
Entre 50000\$ y 250000\$	10
Entre 250000\$ y 500000\$	15
Más de 500000\$	20

Tipo de defecto	
Tipo A	15
Tipo B	10
Otro	5

Impacto operacional	
No tiene impacto en el servicio	0
Influencia moderada	2
Influencia relevante	4
Paro en la prestación del servicio	8

Basado en la norma NTC-5375 del 2010. Referente a la revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes en vehículos automotores, los sistemas a los cuales se les hará el análisis de criticidad son.

- Sistema de frenos
- Sistema de suspensión
- Dirección
- Rines y llantas
- Motor
- Sistema de combustible
- Transmisión

A continuación se muestra el análisis de criticidad por fallas y sus resultados para el vehículo TC-MV-02 que es el de mayor criticidad de la marca Chevrolet línea Spark.

Tabla 15. Sistema de frenos

Fallas presentadas	Frecuencia	Tiempo de reparación	Costo de reparación	Tipo de falla	Impacto Operacional	Consecuencia	Criticidad
1 Bandas de freno desgastadas	4	3	10	15	4	31	124
2 Pérdida de líquido en los tubos, mangueras o en las conexiones.	1	3	10	10	2	23	23

Tabla 16. Suspensión

Fallas presentadas	Frecuencia	Tiempo de reparación	Costo de reparación	Tipo de falla	Impacto Operacional	Consecuencia	Criticidad
1 Mal estado de las fijaciones al chasis de los elementos de suspensión.	2	4	10	10	2	24	48
2 Elementos de la suspensión rotos, deformados o con excesiva corrosión.	4	4	10	10	2	24	96
3 Fugas visibles o audibles en los amortiguadores	1	2	10	10	2	22	22
4 Inexistencia o mal estado de los topes de suspensión	3	1	10	10	2	21	63

Tabla 17. Dirección

Fallas presentadas	Frecuencia	Tiempo de reparación	Costo de reparación	Tipo de falla	Impacto Operacional	Consecuencia	Criticidad
1 Desgaste excesivo en cualquiera de los elementos que conforman el sistema de dirección.	1	1	10	15	2	26	26
2 Guardapolvos inexistentes o rotos	1	1	10	10	4	22	22

Tabla 18. Rines y llantas

Fallas presentadas	Frecuencia	Tiempo de reparación	Costo de reparación	Tipo de falla	Impacto Operacio	Consecuencia	Criticidad
1 Profundidad de labrado en el área de mayor desgaste de cualquiera de las llantas de servicios, menor e 1,6 mm o inferior a las marcas de desgaste. Es aplicable a vehículos con peso bruto vehicular hasta 3500 kg.	3	1	15	15	0	30	90

Tabla 19. Motor

Fallas presentadas	Frecuencia	Tiempo de reparación	Costo de reparación	Tipo de falla	Impacto Operacional	Consecuencia	Criticidad
1 Perdidas de aceite sin goteo continuo	3	4	10	15	8	41	123
2 Batería con soporte suelto o con riesgo de desprendimiento	1	1	5	10	2	16	16
3 Fugas en el sistema de refrigeración	1	2	15	10	4	29	29

Tabla 20. Sistema de combustible

Fallas presentadas	Frecuencia	Tiempo de reparación	Costo de reparación	Tipo de falla	Impacto Operacional	Consecuencia	Criticidad
1 Deterioro excesivo, fugas, riesgo de desprendimiento del deposito y de los conductos del combustible	3	4	10	10	8	36	108

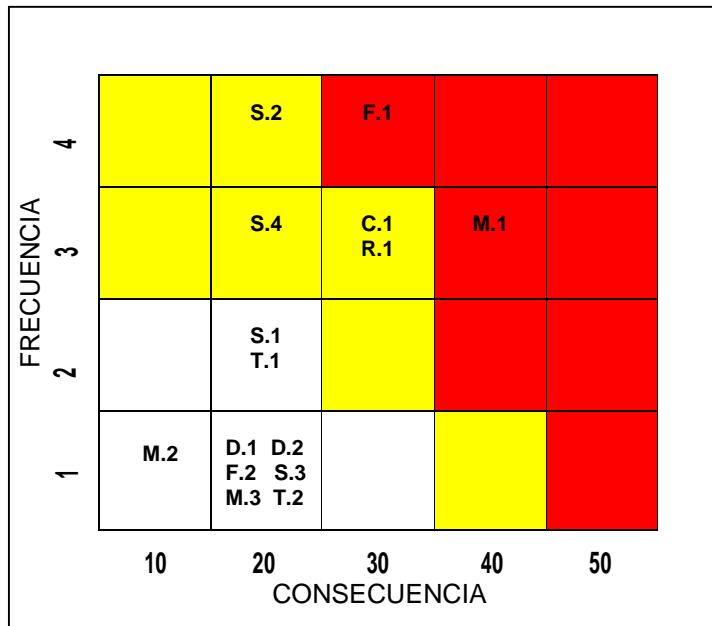
Tabla 21. Transmisión

Fallas presentadas	Frecuencia	Tiempo de reparación	Costo de reparación	Tipo de falla	Impacto Operacional	Consecuencia	Criticidad
1 Perdas de aceite sin goteo continuo en la transmision o caja	2	2	10	10	2	22	44
2 Existencia de holgura excesiva en los elementos de la transmisi3n.	1	1	10	10	2	21	21

4.3.2 Resultados análisis de criticidad por fallas

Tabla 22. Resultados del análisis de criticidad

F: Sistema de frenos, S: Suspensi3n D: Direcci3n, R: Rines, M: Motor, C: Sistema de combustible, T: Transmisi3n



De acuerdo al resultado arrojado por la matriz de criticidad se puede observar que las fallas cr3ticas del veh3culo est3n en los sistemas de frenos y motor, siendo estas fallas las que requieren mayor atenci3n puesto que su nivel de riesgo es elevado se debe dar un tratamiento especial y tomar acciones inmediatas para evitar daos catastr3ficos a futuro.

4.4 ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA

El término modo de falla es usado para referirse a las posibles maneras en que un componente puede fallar. Es importante tener en cuenta que un componente puede tener uno o más modos de fallas.

El análisis de modos de falla efectos y criticidad (FMECA por sus siglas en inglés) es probablemente el método más usado y más efectivo de análisis de confiabilidad.⁹

Esta metodología facilita la ubicación los diferentes fallos potenciales en un sistema o componente además de permitir establecer prioridades y definir actividades para tratar de minimizar al máximo la posibilidad de que estos ocurran nuevamente. El FMECA considera cada modo de falla de cada componente de un sistema y comprueba sus causas y sus efectos.

El análisis responde las siguientes preguntas para cada componente del sistema en estudio:

- ¿Cómo puede fallar el componente?
- ¿Cuáles son las consecuencias de la falla?
- ¿Cuáles fueron los posibles efectos de esa falla?
- ¿Cómo puede detectarse la falla?
- ¿Cuál es la severidad de la falla?
- ¿Cada cuánto podría ocurrir esa falla?

4.4.1 Modelo para aplicar FMECA. A continuación se desarrolla la metodología de Análisis de Modo de falla y sus Efectos, empleada en la elaboración del plan de mantenimiento de la flota de vehículos de la empresa Transportes Cotra Rio Ltda., los parámetros a tener en cuenta son:

1. Análisis funcional
2. Identificar los modos potenciales de fallas

⁹ Manual del ingeniero de mantenimiento, gestión moderna del mantenimiento.

3. Evaluar los efectos que pueden causar las fallas y su severidad.
4. Encontrar las causas potenciales de la falla y estimar la frecuencia con que esta ocurre.
5. Estimar la posible detección de la falla.
6. Calcular la criticidad de la falla mediante el número prioritario de riesgo (NPR)
7. Recomendar acciones.

4.5 MODOS, EFECTOS Y CAUSAS DE FALLA

4.5.1 Identificación de los modos de falla. Un modo de fallo potencial se refiere a la forma en que un componente o sistema presenta un fallo imprevisto a la hora de cumplir una función. En esta etapa se analiza según la experiencia del operario, todas las formas de falla que pueda presentar en el nivel de jerarquización del equipo. Este modo potencial de falla se mostrara por sistema del vehículo.

4.5.2 Efectos de falla. Después de haber diagnosticado los diferentes modos de fallas en los sistemas más importantes del vehículo se pasan a establecer los efectos que estos modos potenciales de falla producirían sobre este. Estos efectos serán de gran importancia más adelante ya que nos darán una idea de la criticidad de la falla y de la manera en que debemos corregirla.

4.5.3 Causas de modo de falla. Estas nos indican el posible origen de la falla y constituyen el indicio de una debilidad del diseño o una debilidad de cierto componente que repercutirá más adelante en el funcionamiento del sistema. Estas causas deben ser evaluadas con una mayor delicadeza ya que estas nos llevaran directamente al componente o componentes que requieren tareas de mantenimiento, la mala detección de estas pueden ocasionar fallas en el mantenimiento.

4.6 CRITICIDAD DE LAS FALLAS MEDIANTE NUMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO (NPR)

Para evaluar la criticidad de cada modo potencial de falla utilizaremos el método NPR, para esto previamente analizaremos 3 factores que son: Severidad, Ocurrencia y Detección.

4.6.1 Severidad. Es la estimación de que tanto los efectos de la falla afectan al sistema o usuario.

Tabla 23. Valores de severidad

EFECTO	RANGO	CRITERIO
No	1	Sin efecto
Muy poco	2	Efecto casi nulo en el desempeño del equipo o sistema
Poco	3	Poco efecto en el desempeño del equipo o sistema.
Menor	4	Efecto menor en el desempeño del equipo o sistema
Moderado	5	Efecto moderado en el desempeño del equipo o sistema.
Significativo	6	El desempeño del equipo se ve afectado, pero es operable y está a salvo. Falla parcial, pero operable.

4.6.2 Ocurrencia. Denota la probabilidad de ocurrencia de una falla, por un periodo de tiempos determinado o explícitamente a pesar de que se puede definir como un numero de clasificación en lugar de la probabilidad de ocurrencia.

Tabla 24. Valores de ocurrencia

OCURRENCIA	RANGO	CRITERIO	PROBABILIDAD DE FALLA
Remota	1	Falla improbable. No existen fallas asociadas con este equipo	<1 en 1,500,000
Muy Poca	2	Sólo fallas aisladas asociadas con este equipo	1 en 150,000
Poca	3	Fallas aisladas asociadas con el equipo	1 en 30,000
Moderada	4	Este equipo ha tenido fallas ocasionales	1 en 4,500
	5		1 en 800
	6		1 en 150
Alta	7	Este equipo ha fallado a menudo.	1 en 50
	8		1 en 15
Muy alta	9	La falla es casi inevitable	1 en 15
	10		>1 en 3

4.6.3 Detección. Se estimara la probabilidad de que el modo de falla potencia sea detectado antes de que llegue al cliente. Cuanto mayor sea el número de detección es menos probable la detección. La menor probabilidad de detección en consecuencia lleva un mayor NPR.¹⁰

Tabla 25. Valores de detección

PROBABILIDAD	RANGO	CRITERIO	PROBABILIDAD DE DETECCION DE FALLA
Alta	1	El defecto es una característica funcionalmente obvia	99.99%
Medianamente alta	2-5	Es muy probable detectar la falla. El defecto es una característica obvia.	99.7%
Baja	6-8	El defecto es una característica fácilmente identificable.	98%
Muy baja	9	No es fácil detecta la falla por métodos usuales o pruebas manuales. El defecto es una característica oculta o intermitente	90%
Improbable	10	La característica no se puede checar fácilmente en el equipo.	Menor a 90%

¹⁰ AMADOR Darío, Carreño Humberto Modelo para el mejoramiento del programa de mantenimiento preventivo basado en fmeca gasoducto ballena-Barrancabermeja.

4.6.4 Numero de prioridad de riesgo (NPR). Este valor establece una jerarquización de los problemas a través de la multiplicación del grado de ocurrencia, severidad y detección, este provee la prioridad con la que debe de atacarse cada modo de falla.

$$\text{NPR} = \text{Ocurrencia} * \text{Severidad} * \text{Detección}$$

Ecuación 4.2

Tabla 26. Rangos de NPR

CRITERIO	RANGO
Alto riesgo de falla	500-100
Riesgo de falla medio	125-499
Riesgo de falla bajo	1-124
No existe riesgo de falla	0

4.6.5 Sistemas y componentes.

Tabla 27. Sistemas y componentes a analizar

SISTEMA	COMPONENTE
MOTOR	filtro de aceite
	Banda de distribucion
	Templador
	Bujias de encendido
	Filtro de aire
	Inyectores
	Cuerpo de aceleracion IAC/MAF
	Banda de accesorios
	Termostato
	Radiador
	Cilindros
	Bomba de agua


TRANSMISION	Embrague
	Caja de velocidades
	Guardapolvo de ejes
	Diferencial
	Arbol de transmision
	Juntas
ELECTRICO	Alternador
	Bateria
	Cables
SUSPENSION	Amortiguadores
	Rotulas
	Bujes
	Tijeras
DIRECCION	Terminales de Direccion
	Guardapolvos
	Ruedas
FRENADO	Disco de frenos
	Pastillas de frenos
	Liquido de frenos
	Pedal
	Bomba

4.7 APLICACIÓN METODOLOGIA FMECA

Para realizar un mejor ejercicio se aplicara FMECA a las fallas críticas presentadas en los vehículos con mayor criticidad de cada marca. Estos vehículos previamente fueron analizados por sistemas y la zona de sus fallas se evidencia en la (tabla 22) donde se puede observar que las fallas críticas están presentes en el sistema de frenado y motor.

Para la aplicación de la metodología FMECA se decidió elaborar un solo formato para todos los vehículos en representación a todos los automotores de mayor criticidad, esto se debe a que las fallas entre sus diferentes sistemas presentan una gran similitud, lo que causaría gran redundancia entre dicha información.

Tabla 28. FMECA

		ANALISIS MODAL DE FALLOS, EFECTOS Y CRITICIDAD (FMECA)					FMECA Nº				1
		TIPO DE AMEF: DISEÑO () PROCESO ()					Fecha (orig)				Fecha (rev)
SISTEMA /COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	S	O	D	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS		
SISTEMA DE FRENOS	Es el sistema que se encarga de absorber la energía cinética del auto producida por su desplazamiento, esto se realiza por fricción entre dos piezas de elevado coeficiente de adherencia.	Bandas de freno desgastadas	Recorridos largos del pedal sin respuesta a frenado inmediato	Uso constante de las mismas	6	3	3	54	Cambio de la banda de frenos		
			Daño de la campana	Exceso de tiempo de uso, contaminación con residuo de líquido de frenos	6	3	3	54	Cambio de la banda de frenos		
		Pastillas de freno desgastadas	Es inminente la provocacion de un accidente	Uso exesivo del freno por parte del conductor	6	4	7	168	Inspeccion visual y tareas de prevencion		
		Pedal de freno demasiado duro o que ofrece mucha resistencia	Disminucion en la capacidad de frenado	Pastillas sucias o manchadas con grasa o liquido de frenos	6	4	1	24	Revision de pastillas, piston de la pinza, liquido de frenos y disco de frenos		
		mal contacto entre las pastillas y el disco de freno	Pérdida de capacidad de frenado en caliente	Fading, debido al exceso de trabajo del sistema de frenado, que pierde eficacia con la temperatura.	6	3	9	162	Cambio periodico de las pastillas, teniendo en cuenta la calidad de las mismas.		
SISTEMA MOTOR	Parte sistemática de una máquina capaz de hacer funcionar el sistema transformando algún tipo de energía (eléctrica), en energía mecánica capaz de realizar un trabajo.	Bujias desgastadas	Velocidad muy por debajo de la capacidad del vehiculo	Uso exesivo del vehiculo	5	7	8	280	Realizar el servicio en tiempo y foma adecuada		
			mayor consumo de combustible	Instalacion de sistema de quinta generacion	5	7	8	280	Reemplazo regular de bujias		
		Daño en el filtro de aceite	Problemas de circulacion de aceite, mala lubricacion	Filtro de aceite mal colocado	5	5	6	150	Revision continua del filtro		
			Exceso de tiempo de uso,	6	5	6	180	Cambio del filtro de aceite según el kilometraje recomendado por el fabricante			
Fuga en el radiador	Perdida de fluidos refrigerantes del vehiculo	Rotura de manguera, sellos o conectores	5	4	5	100	Revision de mangueras, conectores y abrazaderas periodicamente				

Con la elaboración de la FMECA se aplican acciones de mejora de acuerdo al NPR de los componentes, para este caso en especial se llevarán a cabo acciones de mejora a los NPR que presenten mayor riesgo. De esta forma se proponen tareas de mantenimiento con revisiones mensuales y trimestrales divididos de la siguiente manera:

- Para los procesos de mantenimiento cuyo NPR sea inferior a 100 las tareas serán programadas semestralmente.
- Para NPR superiores a 100 se realiza una revisión mensual, para dicho efecto se incluirán formatos de inspección.

Para para desarrollar este objetivo se recomienda realizar tareas específicas de mantenimiento en el orden de ejecución establecido anteriormente. Dichas actividades se tomarán de un minucioso estudio entre las recomendaciones del fabricante y los manuales de operación de cada uno de los vehículos para obtener un nivel de funcionamiento eficiente, minimizando el daño a los equipos y el riesgo operacional de los operarios.

5 PLAN DE MANTENIMIENTO TRANSPORTES COTRA RIO LTDA

En este capítulo se explica el contenido del plan de mantenimiento preventivo que se desarrolló para los vehículos de la empresa, teniendo en cuenta el análisis de criticidad realizado con el fin de determinar el estado de los equipos. De esta forma se da cumplimiento al decreto número 2851 de 2013 y el decreto 348 de 2015, que obliga a las empresas de transporte público a tener un plan de mantenimiento preventivo y correctivo a cada uno de los automotores.

5.1 NIVELES DE INFORMACIÓN¹¹

La información que se va a manejar en el diseño del programa de mantenimiento preventivo de la empresa Transportes Cotra Rio Ltda., debe ubicarse en niveles de información dependiendo a quien va dirigida y el tipo de datos que contiene. De acuerdo a esto se tienen dos niveles de información.

5.1.1 Información para la dirección. El primer nivel de información corresponde a la dirección. Este contiene todos los datos relacionados con; costos de mantenimiento, repuestos y datos que gestionan las acciones de mantenimiento, permitiendo a la dirección evaluarlos, analizarlos y determinar las acciones a seguir.

5.1.2 Información para las operaciones. El segundo nivel de información corresponde a las operaciones. Este contiene los datos que permiten conocer los parámetros fundamentales para la ejecución de trabajos en los equipos, tales como; datos técnicos, historiales y órdenes de trabajo.

¹¹ CARVAJALINO. Luis, Pedro. Salazar. Tesis de Grado. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica. Bucaramanga 2013.

5.2 INFORMACIÓN PARA EL DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Para lograr recopilar la información necesaria para el diseño del programa de mantenimiento, es necesario abarcar cuatro aspectos fundamentales que son:

- Costos
- Aspecto técnico
- Mano de obra
- Gestión del mantenimiento

Costos: En este punto se recolecta la información referente a los costos del mantenimiento de todos y cada uno de los equipos, teniendo en cuenta:

- Mano de obra propia
- Mano de obra subcontratada
- Herramientas e insumos
- Materiales y repuestos

Aspecto técnico: En este punto se describe la naturaleza de los equipos basándose en datos como:

- Manuales de operación y mantenimiento
- Capacidad de equipo
- Dimensiones
- Sistemas
- Subsistemas

Mano de obra. Este aspecto muestra la información correspondiente al personal de mantenimiento que atiende las solicitudes y condiciones de trabajo dispuestas.

Gestión del mantenimiento. Este aspecto depende principalmente de la disponibilidad de los equipos y de los tiempos de ejecución de servicios, los cuales pueden ser evaluados de acuerdo a:


- Tiempos para el mantenimiento
- Tiempo de reparación y efectos de las averías
- Paros de equipos y maquinas herramienta
- Tiempo entre fallos

5.3 PLANTILLAS DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO

El departamento de mantenimiento de Transportes Cotra Rio Ltda., no cuenta con ningún tipo de formato establecido para el mantenimiento de sus automotores. Es por esto que con criterios propios y por experiencia de los operarios se diseñan una serie de formatos que componen el programa de mantenimiento preventivo para la empresa.


5.3.1 Ficha técnica. Este formato muestra de forma detallada la información básica técnica del automotor, la cual contiene nombre, marca, código, especificaciones técnicas y foto. Facilitando el reconocimiento del equipo de manera rápida. La ficha técnica es muy importante ya que esta ayuda en la instalación de un equipo, su operación y la revisión de los registros de mantenimiento, para así obtener una mejor base de datos de los mismos.

Tabla 29. Ficha técnica

		FICHA TECNICA		CODIGO	TC-MV-01
				VERSION	1
				PÁGINA	1
Marca	Hiunday	Línea	Atos	Modelo	2012
Placa	SXR 989	Numero de chasis		Color	Amarillo
		ESPECIFICACIONES MOTOR			
		CILINDRADA C.C	999		
TRANSMISION		TIPO DE COMBUSTIBLE	Gasolina		
		POTENCIA MAXIMA CV- RPM	59/5.700		
INSTRUMENTOS DE CONTROL		PAR MOTOR Nm - RPM	84,3/3250		
		VELOCIDAD MAX (Km/h)	142		
Indicadores digitales Tacometro		ACELERACIÓN 0-100 (s)	15,1		
		NUMERO DE CILINDROS	4		
		NUMERO DE VALVULAS	16		
SEGURIDAD ACTIVA Y PASIVA		CAPACIDADES		DIMENSIONES	
Frenos delanteros		Capacidad de carga		Largo	
Discos ventilados/ tambores		1100 kg		3.495 mm	
Frenos traseros		Tanque de combustible		Ancho	
Discos ventilados/ tambores		35 L		1.495 mm	
Cinturon de seguridad		Volumen de carga		Alto	
Para 4 pasajeros		4 pasajeros		1.580 mm	


5.3.2 Ficha de Alistamiento (Mantenimiento Autónomo). En el mantenimiento autónomo se busca que el conductor también se relacione con el automotor porque es el quien conoce la máquina y quien a diario la opera. El formato de alistamiento es un requisito que la resolución 315 de 2013 exige, en donde se verifica un mantenimiento diario antes de que el automotor salga a realizar la ruta del trabajo. El formato debe ser firmado por el conductor del vehículo y de la persona de mantenimiento encargada.

Tabla 30. Formato de alistamiento

		FORMATO DE ALISTAMIENTO												Código			
														Pagina			
Fecha		Km inicial				Km final								SOAT			
Hora		Cod. Reviso				Cod. Aprobó				Placa		Modelo		R. Tecnicomecánica			
N°	Mandos	Bueno	Reg	Malo	N/A	N°	Componentes	Bueno	Reg	Malo	N/A	N°	Medidores	Bueno	Reg	Malo	N/A
1	Volante					25	Luces de giro					52	Aceite motor				
2	Pedales					26	Luces estacionarias					53	Hidráulico				
3	Freno de seguridad					27	Nivel líquido de frenos					54	Líquido de frenos				
4	Palanca de cambios					28	Indicador combustible					55	Refrigerante				
5	Control de luces					29	Indicador temperatura aceite					56	Valvulina				
6	Luces de emergencia					30	Indicador temperatura motor					57	Agua de plumillas				
7	Aire acondicionado					31	Indicador airbag					58	Filtro de aceite				
8	Llave de encendido					32	Indicador kilometraje					59	Filtro de combustible				
9	Claxon					33	Odometro					60	Filtro de aire				
10	Alarma					34	Tacometro					61	Varillas medidoras				
	Total					35	Velocimetro					62	mangueras				
							Total						Total				
N°	Interior	Bueno	Reg	Malo	N/A	N°	Exteriores	Bueno	Reg	Malo	N/A	N°	Frenos	Bueno	Reg	Malo	N/A
11	Luz de tablero					36	Panoramico					63	Pastillas				
12	Luz de techo					37	Bomper delantero					64	Bandas				
13	Cinturones de seguridad					38	Bomper trasero					65	Guaya frenos				
14	parasoles					39	Guarda fangos						Total				
15	Espejo retrovisor					40	Vidrios fijos										
16	Manijas de puertas					41	Chapas					N°	Otros	Bueno	Reg	Malo	N/A
17	Tapiceria					42	Placa					66	Mangueras				
18	Aire acondicionado					43	Pintura					67	Bateria				
19	Guantera					44	Unidades delanteras					68	Tanque combustible				
20	Otros accesorios						Total					69	Tapas				
	Total					N°	Equipo carreteras	Bueno	Reg	Malo	N/A	70	Suspension				
						45	Señales						Total				
21	Delantera derecha					46	Tacos						Observaciones				
22	Delantera izquierda					47	Herramienta										
23	Trasera derecha					48	Gato										
24	Trasera izquierda					49	Extintor										
	Total					50	Cruceta										
						51	Botiquin										
							Total										


5.3.3 Orden de trabajo. Este formato es fundamental en un buen programa de mantenimiento, dado que es allí donde se originan las actividades de mantenimiento que se van a ejecutar, evidenciando de una forma detallada cada una de las operaciones a realizar. Adicional a esto la orden de trabajo se considera como la principal fuente de información para los registros ya que en ella se puede almacenar datos asociados a los gastos del mantenimiento realizado en cada vehículo.

Tabla 31. Orden de trabajo

		ORDEN DE TRABAJO				Codigo	TC-MV01
						Fecha	01/11/2016
						N° de orden	11
IDENTIFICACION DEL VEHICULO							
Fecha de entrada	02/11/2016	Hora	16:00	N° interno del vehiculo		101	
Fecha de salida	03/11/2016			N° Factura		1212	
Solicitante	Isaias Villamizar				Kilometraje	40134	
ELEMENTO	TAREA	CAUSA		OBSERVACIONES			
Aceite	Cambio	Kilometraje cumplido					
Filtro de aceite	Cambio	Sucio					
Filtro de aire	Cambio	Sucio					
REPARACIONES Y COSTOS							
Tarea	Repuesto	Cantidad	Costo unitario	Subtotal	IVA	Total	
Cambio	Aceite	1	35000	35000	5600	40600	
Cambio	Filtro de aceite	1	14900	14900	2384	17284	
Cambio	Filtro de aire	1	13500	13500	2160	15660	
						73544	
Elaboro			Revisado y aprobado				
Firma			Firma				
Fecha			Fecha				

5.3.4 Formato de control de documentos. Este formato lleva información muy detallada puesto que los vehículos contienen una documentación reglamentaria como; seguro obligatorio, revisión tecno mecánica, seguro contractual y extracontractual. De estos documentos es indispensable conocer características como su fecha de vencimiento, la cual ha de ser revisada constantemente en pro de recordar y renovar los documentos del vehículo.

Tabla 32. Formato de control de documentos

		CONTROL DE DOCUMENTOS DEL VEHICULO		Codigo	TC-MV03
				Fecha	15/11/2016
DOCUMENTOS DEL VEHICULO					
Propietario	Alejandro Prieto	Fecha de vencimiento del SOAT		16/12/2016	
Modelo	2011	Vigencia de revision Tec-Mec		16/12/2016	
Linea	Atos	Seguro extracontractual y contractual		11/10/2016	
N° Interno	103				
Placa	SQC 637				

5.4 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO POR LÍNEAS AUTOMOTORES

Los programas de mantenimiento fueron diseñados con respecto al manual del propietario de cada vehículo. Se realizaron por líneas de automotores ya que hay varios vehículos con la misma línea y esto conlleva a tener el mismo plan de mantenimiento. También se tuvo en cuenta el tipo de combustible del automotor puesto que los vehículos que trabajan con gas tienen una serie de componentes adicionales que también deben ser tenidos en cuenta a la hora de realizar el plan de mantenimiento.

Tabla 33. Parque automotor Transportes Cotra Rio Ltda.

	MARCA	LINEA	N° DE VEHICULOS
1	Hyundai	Atos	2
2	Hyundai	Accent	1
3	Hyundai	I10	1
4	Kia	Rio	3
5	Kia	Picanto	2
6	Chevrolet	Spark	6

Figura 8. Programa de mantenimiento para la marca Chevrolet línea Spark

Seccion	Codigo	Subseccion	5000	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000	55000	60000	65000	70000	75000
Motor	1	Cambio aceit...	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
Motor	2	Cambiar filtr...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE	
Motor	3	Cambiar ban...												PTE			
Motor	4	Cambiar buji...						PTE						PTE			
Motor	5	Cambiar filtr...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE	
Motor	7	Limpieza sist...					PTE					PTE					PTE
Motor	8	Limpiar inyec...															
Motor	9	Limpiar cuer...						PTE						PTE			
Motor	10	Cambiar refr...					PTE					PTE					PTE
Motor	11	Cambiar filtr...															
Motor	12	Cambiar ban...							PTE								PTE
Chasis	16	Reajustar su...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE	
Sistema ...	22	Balancear y ...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE	
Sistema ...	23	Alinear ruedas		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE	

6 SISTEMA DE INFORMACIÓN

Un sistema de información es un conjunto de elementos relacionados que permiten recolectar datos del entorno, almacenarlos, procesarlos y devolverlos a este en forma de paquetes de información.¹² Siendo así se podrían postular dos ejemplos de sistemas de información. El primero de ellos es la comunicación que existe entre los miembros de una empresa, donde un supervisor recoge datos del entorno, los procesa y comunica al gerente para que este tome una decisión. El segundo ejemplo es un programa informático que permite el ingreso de datos para su almacenamiento, los procesa y presenta unos indicadores. Este último ha cobrado gran importancia en las organizaciones debido a que permite almacenar gran cantidad de datos y procesarlos de forma ágil y precisa presentándolos de manera sencilla y concreta.

6.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN

Recolección de datos. Para la recolección de datos se requiere de elementos capaces de percibir estos elementos de manera confiable y selectiva, ya que de esto depende la calidad de la información entregada por el sistema de información. La recolección de datos se puede realizar de forma manual, ejemplo de ello es la recolección de datos mediante formatos que se diligencian por parte del personal, o puede ser automática por medio de diferentes sensores que permiten la adquisición de los datos requeridos.

Almacenamiento. Consiste en guardar los datos recolectados para su posterior procesamiento, esta función debe suministrar niveles de seguridad que eviten la pérdida de datos, o la manipulación inapropiada de estos.

¹² B. Langefor. Teoría de los sistemas de información. Buenos Aires: El ateneo, 1976

Procesamiento. Consiste en manipular los datos por medio de herramientas y procedimientos previamente establecidos, esto se hace con el fin de que los datos estén en un contexto fácil de interpretar. En este punto los sistemas computacionales obtienen la ventaja gracias a su capacidad de procesar gran cantidad de datos en poco tiempo.

Emisión de la información. Consiste en transmitir la información generada a los usuarios o procesos que la necesiten. La emisión de la información se debe dar de manera oportuna y completa, ya que si esta no llega al usuario final en el momento en que se necesita, entonces carecería de importancia dentro de la organización.

6.2 SISTEMA DE INFORMACIÓN TRANSPORTES COTRA RIO LTDA.

La gestión de los activos del mantenimiento posee diferentes tipos de documentación e información la cual tiene relación directa con fichas, centros de servicio, manuales de usuario de los vehículos, historial de mantenimientos, planes de mantenimiento de los automotores y personal. Para organizar y administrar esta información es necesario implementar un sistema de información computarizado, así como un sistema de información manual, que en este caso se conoce como TRASCOTRARIO SISTEMATIZADA, el cual aportara a Transportes Cotra Rio Ltda., altos niveles de eficacia y eficiencia. TRASCOTRARIO SISTEMATIZADA, facilitara la ejecución del plan de mantenimiento, además de administrarlo.

6.2.1 Objetivos de Transcotrario Sistematizada

- Garantizar información precisa, confiable y a disposición del usuario cuando este lo requiera, permitiendo la correcta y oportuna gestión, planeación y administración del mantenimiento de los automotores.

- Prolongar la vida útil de los automotores apoyándose en las diferentes Herramientas que ofrece el sistema de información.

6.2.2 Generalidades técnicas de Transcotrario sistematizada. Este sistema de información computarizado, nace a partir de la necesidad de optimizar el manejo de información correspondiente al plan de mantenimiento implementado en Transportes Cotra Rio Ltda., además de soportar el proceso de toma de decisiones en cuanto al mantenimiento de los automotores. Este es un sistema abierto de almacenamiento y procesamiento de información, el cual maneja datos de entrada y produce datos de salida, es decir información.

Figura 9. Diagrama del Sistema de información.



6.3 GENERALIDADES SOBRE VISUAL STUDIO .NET Y SQL SERVER

El lenguaje de programación así como la base de datos, son el alma del sistema de información, sé planteo la necesidad de ser prácticos y eficientes por ende se seleccionó a VISUAL STUDIO .NET como lenguaje de programación y SQL SERVER como base de datos para el sistema de información a desarrollar e implementar.

6.3.1 Definición de Visual Studio.net¹³. Visual Studio .NET es un conjunto completo de herramientas de desarrollo para la construcción de aplicaciones Web ASP, servicios Web XML, aplicaciones para escritorio y aplicaciones móviles. Visual Basic .NET y Visual C++ .NET utilizan el mismo entorno de desarrollo integrado (IDE), que les permite compartir herramientas y facilita la creación de soluciones en varios lenguajes. Así mismo, dichos lenguajes aprovechan las funciones de .NET Framework, que ofrece acceso a tecnologías clave para simplificar el desarrollo de aplicaciones Web ASP y servicios Web XML.

6.3.2 Ventajas de visual Studio.net. Se seleccionó visual Studio .Net como herramienta de desarrollo teniendo en cuenta aspectos como tiempos de desarrollo para implementar el sistema de información, pruebas integrales y unitarias, licenciamiento y soporte a la plataforma. Con estas características .Net nos ofrece las siguientes ventajas.

1. Reduce el tiempo de desarrollo de aplicaciones
2. Entorno de desarrollo seguro y robusto
3. Documentación y soporte del lenguaje de programación
4. Ejecución de pruebas unitarias
5. Interfaces de usuarios agradables
6. Facilidad para la corrección de errores
7. Seguridad y confiabilidad en el acceso a datos.
8. Licencia para fines Educativos Gratuita

¹³ [https://msdn.microsoft.com/es-co/library/aa291755\(v=vs.71\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-co/library/aa291755(v=vs.71).aspx)

6.3.3 Definición de SQL server¹⁴. Microsoft® SQL Server™ es un sistema de administración y análisis de bases de datos relacionales de Microsoft para soluciones de comercio electrónico, línea de negocio y almacenamiento de datos.

6.3.3.1 Ventajas de SQL server. La base de datos del sistema de información se encuentra en el motor de base de datos SQL Server principalmente por la compatibilidad con la herramienta de desarrollo, garantizando de esta manera transacciones seguras y confiables. Adicionalmente al utilizar SQL Server tenemos muchas más funcionales de gran beneficio para nuestro sistema de información.

Ventajas.

1. Administración completa sobre la base de datos.
2. Seguridad de la información.
3. Simplicidad en la conexión desde aplicaciones.
4. Monitoreo Sobre la base de datos.
5. Versión Express gratuita para fines educativos.
6. Interface de usuario agradable e intuitivo.

6.4 MÓDULOS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

El sistema de información Transcotrario Sistematizada está desarrollado en 4 módulos, los cuales a su vez se sub dividen sub-módulos, varios de ellos relacionados entre sí, los cuales permiten satisfacer todas las necesidades de mantenimiento de los automotores.

¹⁴ <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb545450.aspx>

Figura 10. Módulos y sub-módulos del sistema de información Transcotrario sistematizada.

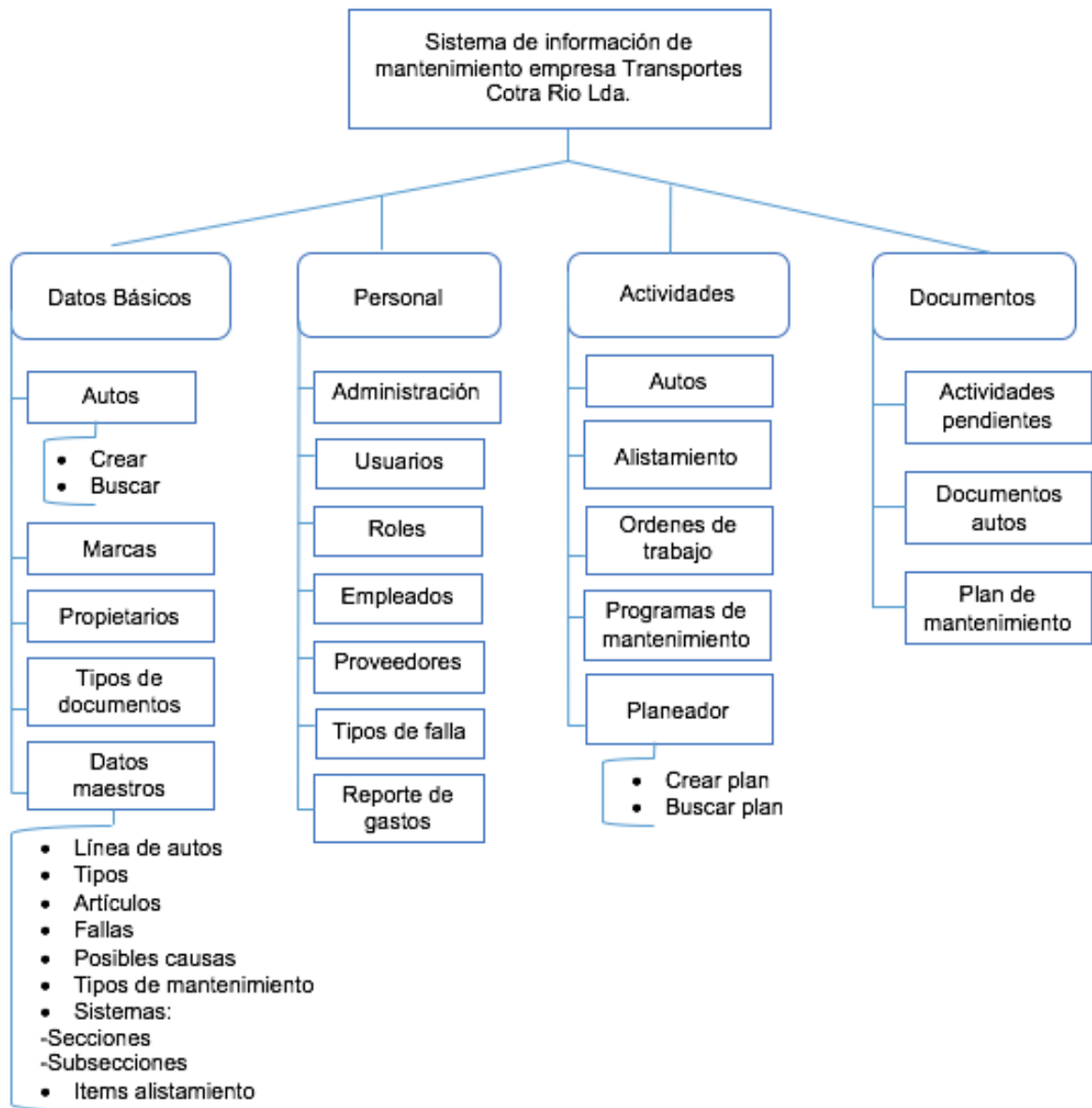
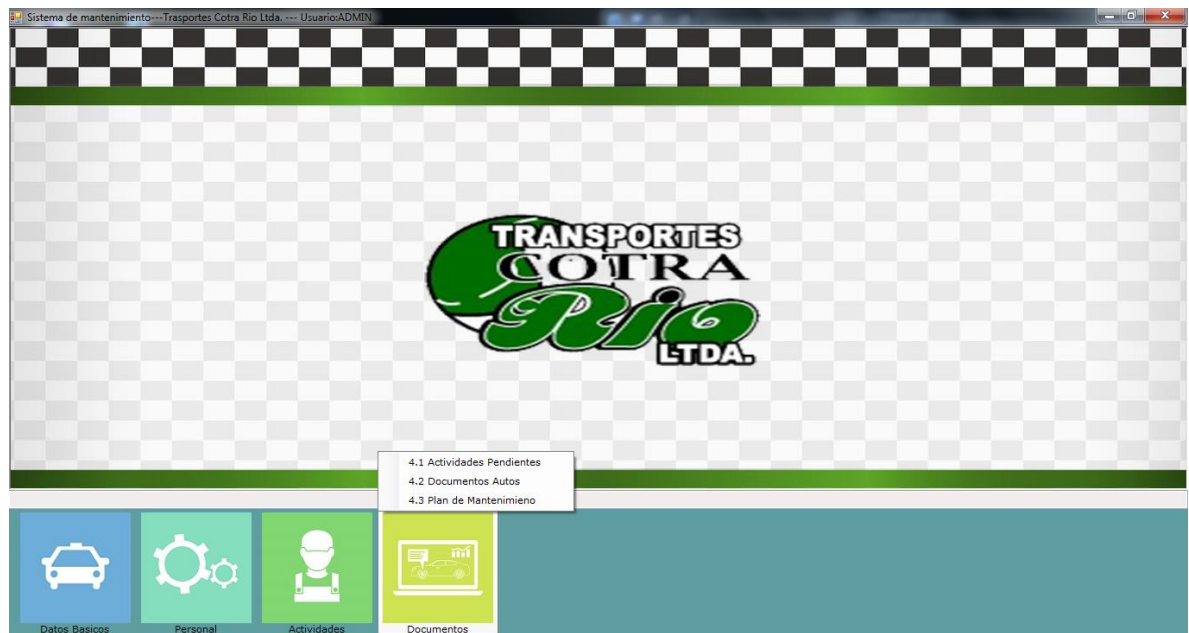


Figura 11. Panel de ingreso de Transcotrario sistematizada



Figura 12. Menú principal del sistema de información.

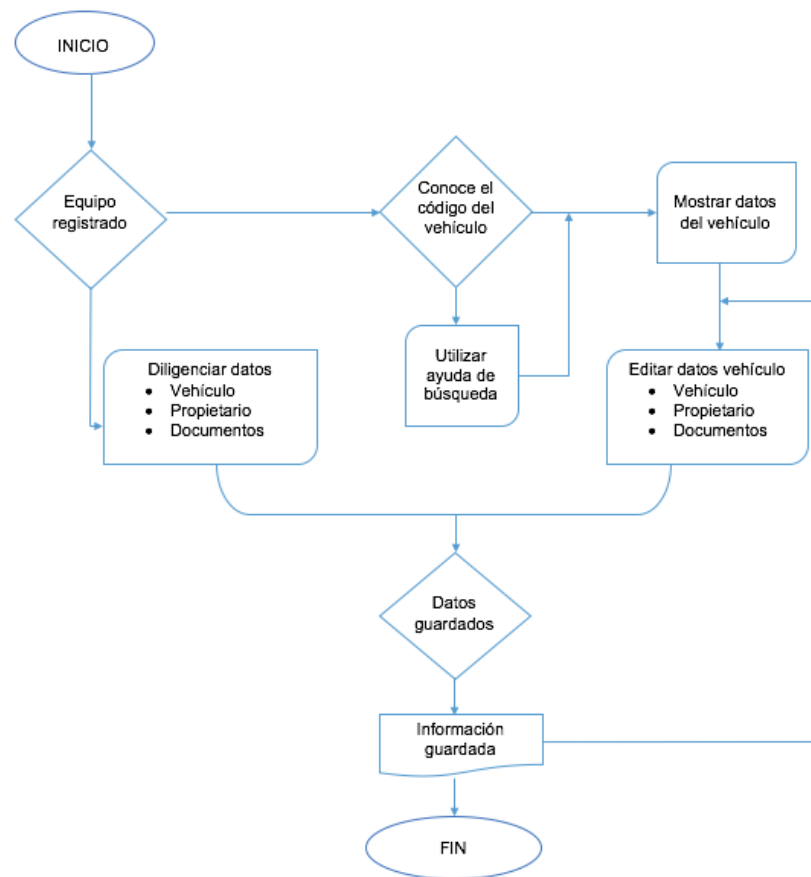


Tal como se puede observar en la parte inferior de la imagen se encuentran los 4 módulos principales que son en su respectivo orden de izquierda a derecha; Datos básicos, Personal, Actividades y Documentos.

6.4.1 Módulos de Datos básicos. Este módulo contiene toda la información concerniente a los vehículos de la empresa, también información acerca del dueño del vehículo, documentos de los vehículos, tales como Soat y revisión técnico mecánica, y todo lo concerniente al alistamiento del vehículo previo a su operación.

6.4.1.1 *Registro y/o modificación de los vehículos*

Figura 13. Diagrama de flujo de Vehículos

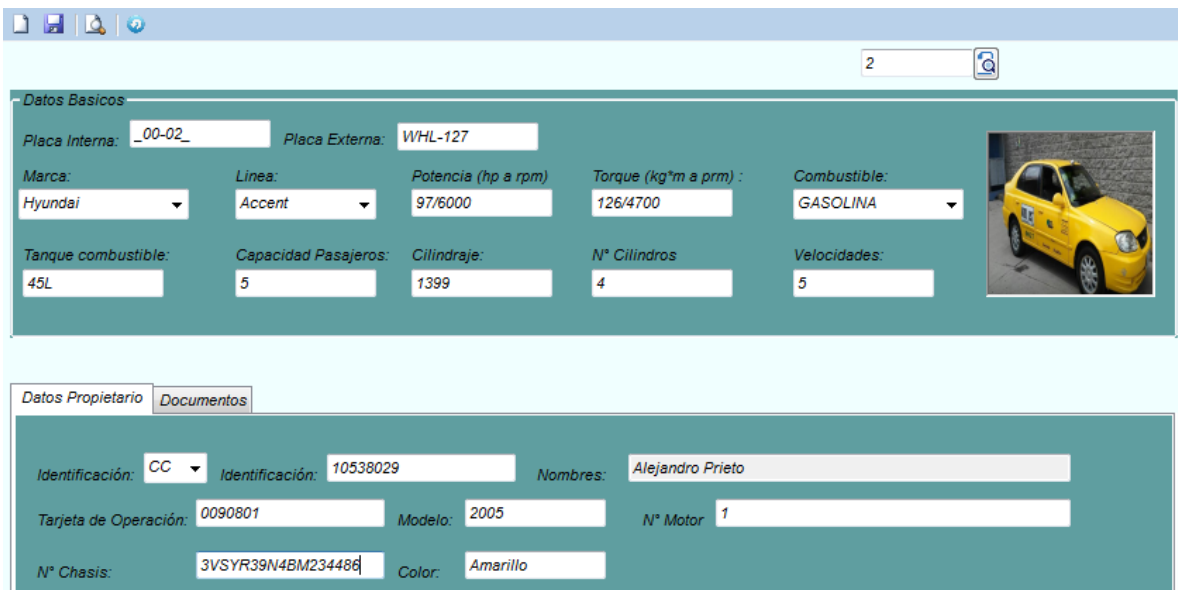


En el módulo correspondiente a datos del vehículo encontramos:

- **Vehículo:** corresponde a los datos técnicos de los automotores, tales como ficha técnica y características principales del automotor.

- **Propietario:** corresponde a los datos específicos del dueño del automotor ya que la empresa se compone de varios socios.
- **Documentos:** corresponde a los documentos tales como SOAT, técnico mecánico, seguros todo riesgo, para tener en cuenta las fechas de vencimiento de estos documentos tan importantes.

Figura 14. Ventana vehículo (Datos técnicos)



Datos Basicos

Placa Interna: Placa Externa:

Marca: Línea: Potencia (hp a rpm): Torque (kg*m a prm): Combustible:

Tanque combustible: Capacidad Pasajeros: Cilindraje: N° Cilindros: Velocidades:

Datos Propietario **Documentos**

Identificación: Identificación: Nombres:

Tarjeta de Operación: Modelo: N° Motor:

N° Chasis: Color:

En los datos Básicos encontramos la ficha técnica del automotor.

- Placa interna: placa o número ante la empresa
- Placa externa: la placa referente ante el departamento de tránsito
- Marca del automotor
- Línea
- Potencia
- Torque
- Combustible
- Tanque de combustible
- Capacidad de pasajeros

- Cilindraje
- Nº de cilindros
- Velocidades
- Nombre del propietario
- Cedula de identificación
- Tarjeta de operación
- Modelo
- Numero de motor
- Numero de chasis

Figura 15. Ventana de Vehículos pestaña “Documentos”

	Tipo Documento	N° Documento	Fecha Inicio Validez	Fecha Fin Validez
	Soat	3466	01/09/2015	02/09/2016
▶	Revision Tec...	46446	19/05/2015	20/05/2016
*				

En los documentos encontramos:

- Tipo de documento (SOAT, revisión técnico mecánico, impuestos, etc.)
- Numero de documento
- Fecha de inicio de validez
- Fecha fin de validez

6.4.2 Módulo de Actividades. Este módulo brinda la posibilidad al usuario de tener participación en las diferentes actividades de planeación de mantenimiento de la empresa, permite la creación de órdenes de trabajo, programas de mantenimiento, ejecución del mantenimiento, reparaciones y costos.

6.4.2.1 Orden de trabajo. En la orden de trabajo se especifican tres grandes grupos de datos que son:

- Datos de la orden de trabajo.
- Actividades.
- Reparaciones y costos.

Figura 16. Diagrama de flujo de orden de trabajo

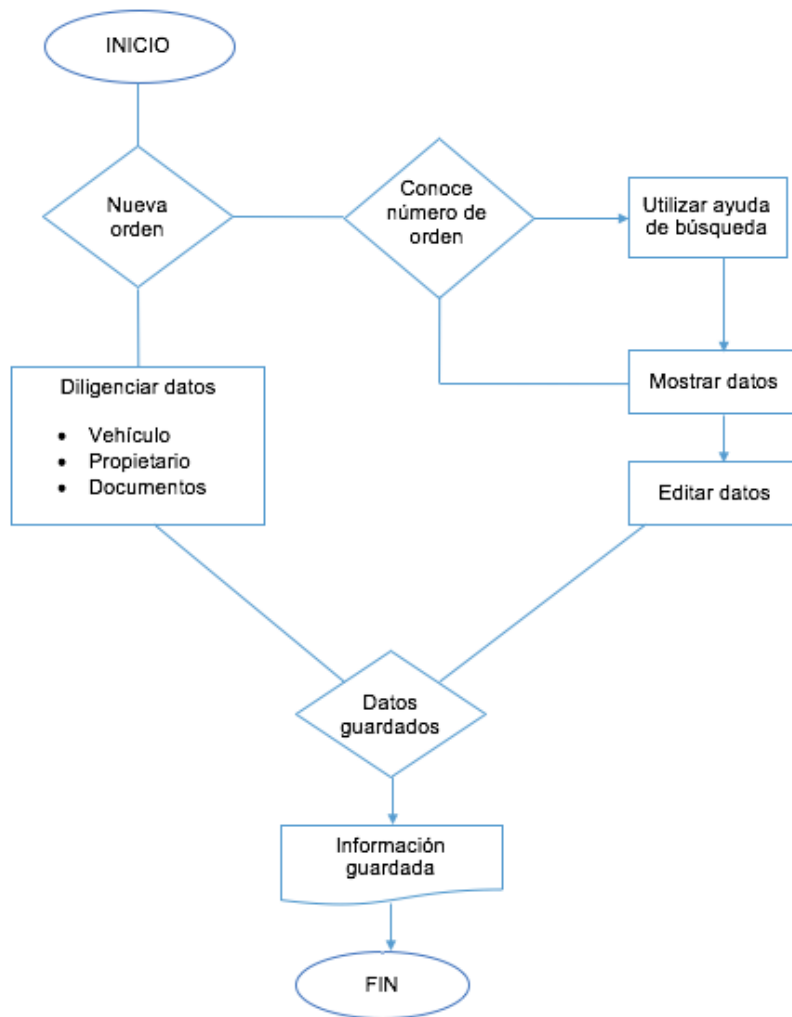


Figura 17. Ventana de orden de trabajo (Datos básicos)

Datos Orden

Vehículo: 1 00-01 Fecha Orden: 16/11/2016 Fecha Inicio: 16/11/2016

Proveedor: Jose Domingo Alvarez Fecha Finalización: 16/11/2016

Kilometraje: 45000 N° Factura: 2376 Estado: Registrado Activo

Actividades Reparaciones y costos

Elemento	Anomalia	Posible Causa	Observacion
Filtro Aceite	Cambio	Sucio	
*			

En la orden se diligencian datos como:

- **Vehículo:** Se especifica el automotor ya sea por el número interno que maneja la empresa o por la placa externa, estos dos datos están correlacionados es decir que basta con diligenciar uno para que el otro inmediatamente sea identificado.
- **Fecha de orden:** hace referencia al día en que se diligencia la orden de trabajo. En esta es necesario incluir la fecha en que se inicia el trabajo de mantenimiento y la fecha en la que culmina.
- **Proveedor:** Es la empresa encargada de realizar las operaciones al vehículo.
- **Kilometraje:** Es el kilometraje con que ingresa el vehículo a la realización de las operaciones, este dato sirve para corroborar que al vehículo se le han realizado dichas operaciones en los tiempos estipulados.

- **Número de factura:** Con este número podemos buscar rápidamente la factura que fue entregada por el proveedor cuando realizo dichas operaciones y costos involucrados.
- **Estado:** en el estado se especifica si las operaciones están en ejecución, ya se realizaron o si fueron canceladas.

Figura 18. Ventana Orden de trabajo (pestaña operaciones realizadas)

Elemento	Anomalia	Posible Causa	Observacion
Filtro Aceite	Cambio	Sucio	
*			

- **Elemento:** hace referencia a los repuestos que se cambiaran al vehículo por ejemplo: filtros, aceite, bandas etc.
- **Anomalia:** se especifica si solo es un cambio o una reparación.
- **Posible causa:** se especifica la posible causa de daño del repuesto, este dato es importante para posteriormente identificar las causas más comunes del daño de los repuestos y poder llevarlo a una mejora.
- **Observaciones:** se realizaron observaciones específicas de las operaciones que se realizaron.

Figura 19. Ventana de orden de trabajo (pestaña reparaciones y costos)

Tipo de Mantenimiento	Elemento	Anomalia	Cantidad	Vlr. Unitario	Iva	Total
Reparación	Filtro Aceite	Cambio	1	18700	2990	21690
Reparación	Aceite	Cambio	1	65000	5600	70600
*						

- **Tipo de mantenimiento:** se especifica si el mantenimiento realizado es correctivo o preventivo

- **Elemento:** se selecciona el elemento o repuesto que se desea cambiar.
- **Anomalía:** se especifica si solo es un cambio o una reparación.
- **Cantidad:** se especifica el número de elementos del mismo tipo que se van a cambiar en el automotor.
- **Valor unitario:** se especifica el valor por unidad del repuesto.
- **IVA:** el IVA de cada repuesto.
- **Total:** valor total de mantenimiento realizado por el proveedor.

6.4.2.2 Hoja de vida. En la hoja de vida llevamos las intervenciones que se le han realizado al automotor ya sean: reparaciones, mantenimientos preventivos, proveedores que han realizado dichos trabajos y fechas.

Figura 20. Diagrama de flujo de hoja de vida de automotor

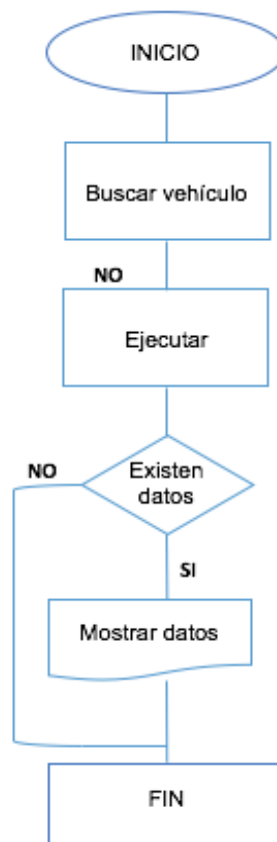


Figura 21. Ventana de hoja de vida

FechaOrd	Codigo	Descripcion	Repuesto	Operacion	Proveedor
20/01/2...	10	Preventivo	Neumaticos	Cambio	Jose Celedonio Lopez
23/03/2...	11	Preventivo	Correa de distribuc...	Cambio	Octavio Niño
06/10/2...	14	Preventivo	Aceite	Cambio	Ismael Rueda
06/10/2...	14	Preventivo	Filtro Aceite	Cambio	Ismael Rueda
06/10/2...	15	Preventivo	Aceite	Cambio	Ismael Rueda
06/10/2...	15	Preventivo	Filtro Aceite	Cambio	Ismael Rueda
06/10/2...	15	Preventivo	Filtro Aire	Cambio	Ismael Rueda

En esta ventana encontramos los siguientes datos

- **Vehículo:** por medio del dato vehículo podremos buscar la respectiva hoja de vida del automotor, acá diligenciamos el numero interno solamente. Los siguientes datos son arrojados inmediatamente después de haber seleccionado el vehículo, estos son solo una muestra de los datos anteriormente agregados en las órdenes de trabajo. Muestra todas las intervenciones realizadas anteriormente a dicho vehículo.
- **Fecha de la orden:** muestra la fecha que se le realizo la orden de trabajo y se le realizo alguna intervención al automotor.
- **Código:** solo es un contador del número de intervenciones realizadas al automotor.
- **Descripción:** muestra si se le realizo un mantenimiento preventivo o correctivo en dicha intervención.
- **Repuesto:** muestra el repuesto que se le cambio al automotor
- **Operación:** solo muestra si se le realizo un cambio de repuesto o si solo reparo sin necesidad de cambiarlo.
- **Proveedor:** la empresa encargada de realizar dichas intervenciones al vehículo.

6.4.2.3 Alistamiento de los vehículos. Existe un protocolo de alistamiento para los vehículos de transporte público que deben realizarse diariamente dentro del periodo comprendido entre el ultimo despacho del día y el primero del día siguiente, donde se verifican varios aspectos del automotor, este tipo de mantenimiento se realizara con un técnico junto con el chofer del vehículo automotor, este tipo de mantenimiento es también llamado como mantenimiento autónomo.

Figura 22. Diagrama de flujo de alistamiento de vehículos.

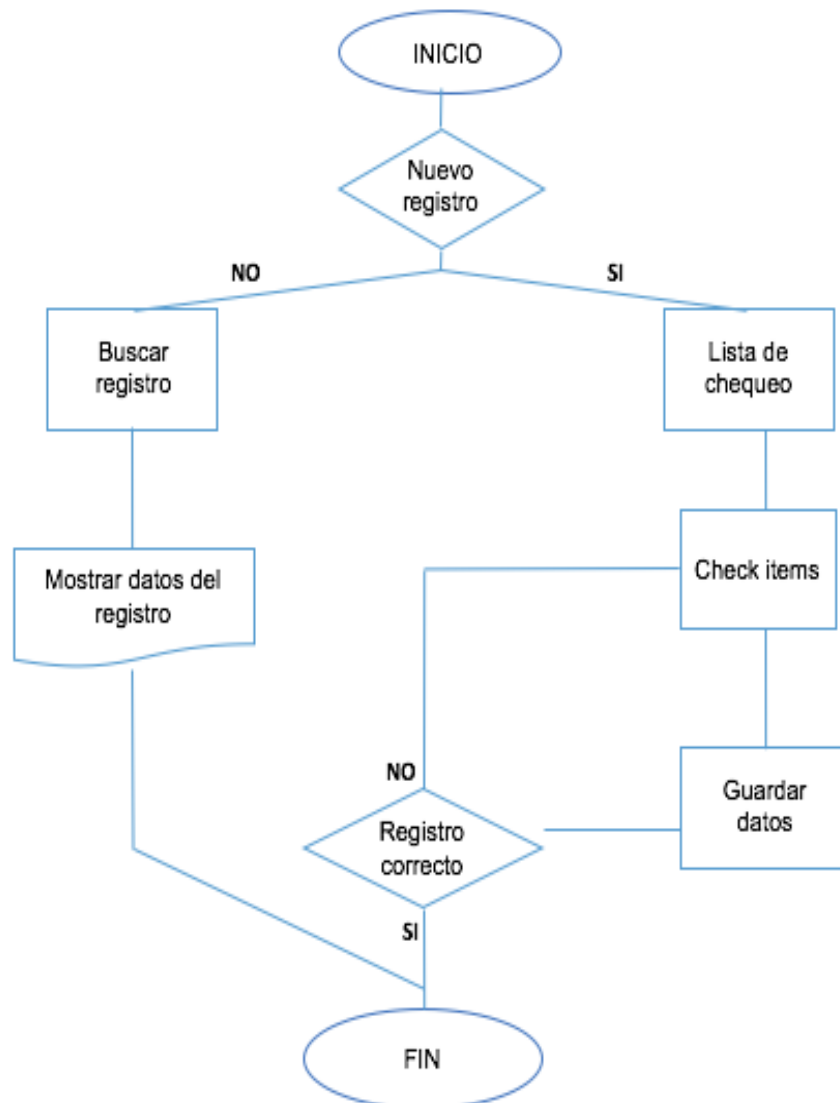


Figura 23. Ventana de alistamiento

The screenshot shows a software window titled "Alistamiento Vehiculos". At the top right, there is a "Codigo:" field with a search icon. Below this is a form area with the following fields:

- Vehiculo:** 7 (with a search icon) and 00-07 (with a search icon)
- Fecha:** 14/11/2016 (with a calendar icon)
- Kilometraje Actual:** 0
- Kilometraje Nuevo:** 160000
- Tecnico:** Lonardo Alfonso Macias (dropdown menu)
- Conductor:** Gustavo Lopez (dropdown menu)

Below the form is a table with the following columns: Item, Revisado, and Observacion.

Item	Revisado	Observacion
Fuga del motor	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tension de correas	<input checked="" type="checkbox"/>	
Niveles de aceite del motor	<input checked="" type="checkbox"/>	
Transmisi3n	<input checked="" type="checkbox"/>	
Direcci3n	<input checked="" type="checkbox"/>	
Bateria	<input checked="" type="checkbox"/>	

- **Vehículo:** Podremos seleccionar el vehículo solo con el número interno del automotor e inmediatamente la placa externa aparecerá ya que estos dos datos están correlacionados.
- **Fecha:** El día que se realiza el mantenimiento autónomo del vehículo.
- **Kilometraje:** Se registra el kilometraje del automotor, este dato es sumamente importante, pues gracias a él se puede llevar el registro diario del kilometraje, de esta forma se puede tener un mantenimiento programado y planificado en los automotores.
- **Técnico:** Es la persona encargada de realizar el mantenimiento diario de los vehículos esta persona debe ser capacitada para realizar dicha labor.
- **Conductor:** El conductor del turno del día.
- **Ítems:** Son 15 ítem propuestos por el Ministerio de Transportes para el alistamiento de vehículos de transporte público.
- **Revisado:** Solo es una selecci3n que se va realizando cada vez que un ítem es realizado.

- **Observaciones:** Allí se describe si se encontró alguna anomalía.

6.4.2.4 Programador de mantenimiento. Los programas de mantenimiento se realizaran según el fabricante de los automotores para cumplir con lo estipulado por el ministerio de transporte que especifica que los planes de mantenimiento se realizaran según los fabricantes de los vehículos.

En este programador de mantenimiento se pueden observar los intervalos de kilometraje en los cuales han de realizar las labores de inspección, cambio y limpieza a los diferentes componentes del vehículo.

Figura 24. Diagrama de flujo del Programador de mantenimiento

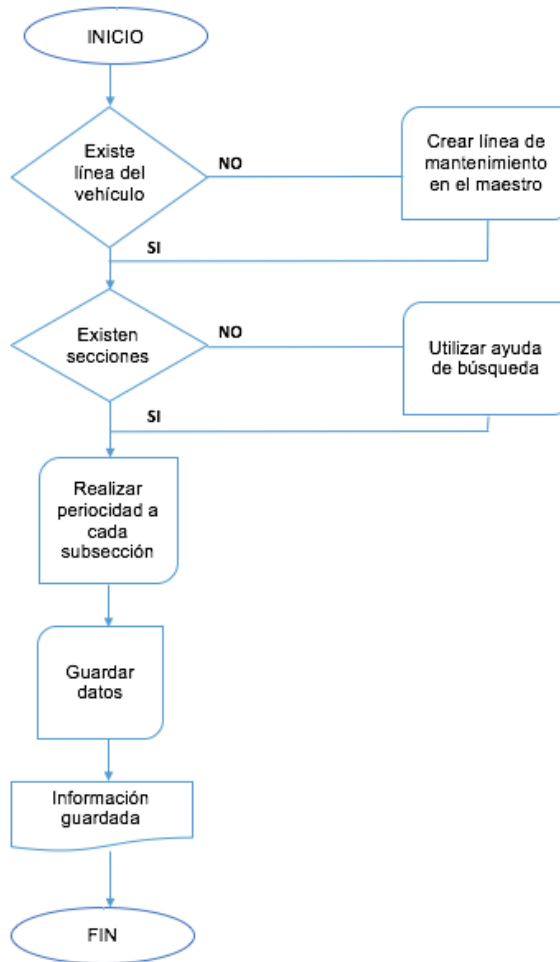
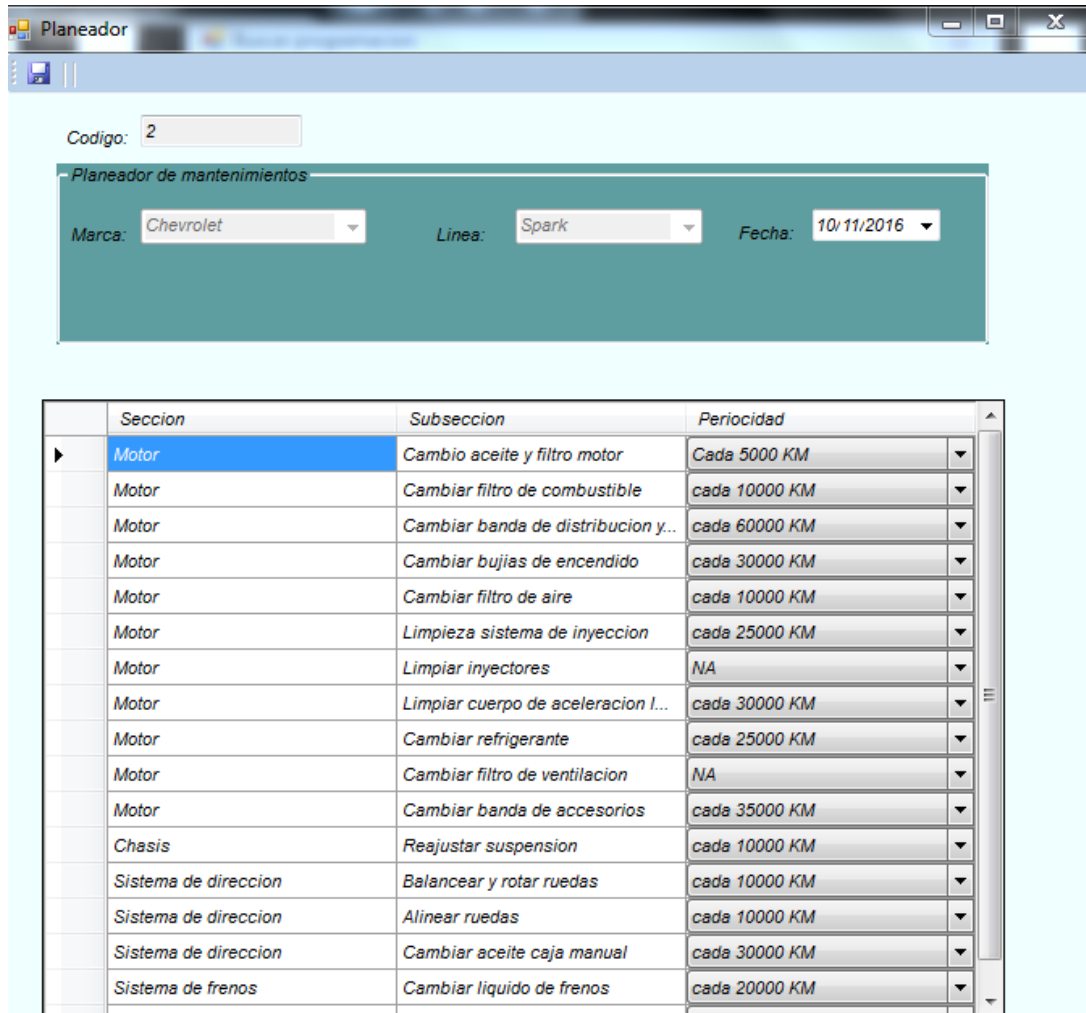


Figura 25. Ventana de programador de Mantenimiento



El planeador de mantenimiento está compuesto por tres bloques que están en el siguiente orden. Sistema del automotor en la parte de las secciones, Tareas a realizar en la parte de las subsecciones y frecuencia a realizar según kilometraje en la parte de periodicidad.

- **Marca y línea:** Estas entradas ayudan a identificar y clasificar el automotor para luego seleccionar su respectivo mantenimiento. El parque automotor consta de 3 marcas de vehículos y 6 líneas o referencias de automotores diferentes.

- **Sistema:** El vehículo se clasificó en 7 sistemas “Sistema del Motor, Sistema de Chasis, Sistema eléctrico, Sistema de dirección, Sistema de transmisión, Sistema de frenado y un último sistema que encierra los componentes de aquellos vehículos que utilizan gas como combustible” los cuales encierran a 39 tareas asignadas según la compatibilidad a cada sistema, dependiendo de las especificaciones y características del automotor, podrían ser menos.

Tabla 34. Sistemas y tareas a realizar en el plan de mantenimiento

1	Motor	▼	Cambio aceite y filtro motor
2	Motor	▼	Cambiar filtro de combustible
3	Motor	▼	Cambiar banda de distribucion y templador
4	Motor	▼	Cambiar bujias de encendido
5	Motor	▼	Cambiar filtro de aire
6	Motor	▼	Revision sistema de escape
7	Motor	▼	Limpieza sistema de inyeccion
8	Motor	▼	Limpiar inyectores
9	Motor	▼	Limpiar cuerpo de aceleracion IAC/MAF
10	Motor	▼	Cambiar refrigerante
11	Motor	▼	Cambiar filtro de ventilacion
12	Motor	▼	Cambiar banda de accesorios
13	Motor	▼	Revisar marcha minima y aceleracion
14	Motor	▼	Revisar condicion de operacion del motor
15	Motor	▼	Cambiar termostato
16	Chasis	▼	Reajustar suspension
17	Chasis	▼	Limpiar y lubricar mecanismos de puertas y ventanas
18	Chasis	▼	Revisar pernos y tuercas
19	Sistema Electrico	▼	Revision de instrumentos, luces, pito etc.
20	Sistema Electrico	▼	Revisar bateria y sistema de carga
21	Sistema de Direccion	▼	Revisar rotulas y terminales de direccion
22	Sistema de Direccion	▼	Balancear y rotar ruedas
23	Sistema de Direccion	▼	Alinear ruedas
24	Sistema de Direccion	▼	Cambiar aceite caja manual
25	Sistema de Direccion	▼	Revisar mecanismo de direccion
26	Sistema de Transmision	▼	Revisar guarda polvos de ejes

27	Sistema de Transmision	▼	Revisar aceite de la transmision
28	Sistema de Transmision	▼	Cambiar liquido de embrage
29	Sistema de Frenos	▼	Limpiar, regular y revisar frenos
30	Sistema de Frenos	▼	Cambiar liquido de frenos
31	Sistema de Frenos	▼	Revisar disco de frenos
32	Sistema de Frenos	▼	Revisar pastillas frenos
33	Sistema de Gas	▼	Inspeccion general del sistema
34	Sistema de Gas	▼	Revision y/o remplazo de filtro GNC
35	Sistema de Gas	▼	Revision o cambio filtro de aire
36	Sistema de Gas	▼	Mantenimiento riel de inyectores ade gas
37	Sistema de Gas	▼	Control de la presion del regulador
38	Sistema de Gas	▼	Recalibracion del sistema
39	Sistema de Gas	▼	Cambio empaquetadura regulador

Es importante resaltar que los tiempos de mantenimiento de un vehículo convertido a gas siguen siendo los mismos que recomienda el manual del usuario suministrado por el fabricante del vehículo. Para el caso del mantenimiento de los componentes del sistema de gas se debe utilizar el siguiente cronograma

Figura 26. Tecnología 5ª generación

RUTINA	KILÓMETROS RECORRIDOS									
	15.000	30.000	45.000	60.000	75.000	90.000	105.000	120.000	135.000	150.000
Inspección general del sistema.	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧
Cambio de empaquetadura regulador.				🔧				🔧		
Revisión y/o reemplazo de filtro de GNC.	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧
Revisión o cambio de filtro de aire.		🔧		🔧		🔧		🔧		🔧
Mantenimiento riel de inyectores de gas.		🔧		🔧		🔧		🔧		🔧
Control de la presión del regulador.	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧
Recalibración del sistema.	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧	🔧

Fuente. <http://micarroagas.com/programa-de-mantenimiento>

6.4.2.5 Plan de mantenimiento. En la ejecución del mantenimiento podemos observar el plan del mantenimiento pero con una herramienta adicional, la cual muestra si el mantenimiento ya se ejecutó (EJE) o está pendiente (PTE), también podemos observar los mantenimientos que se van a realizar posteriormente según el kilometraje.

Figura 27. Diagrama de flujo de la ejecución del mantenimiento

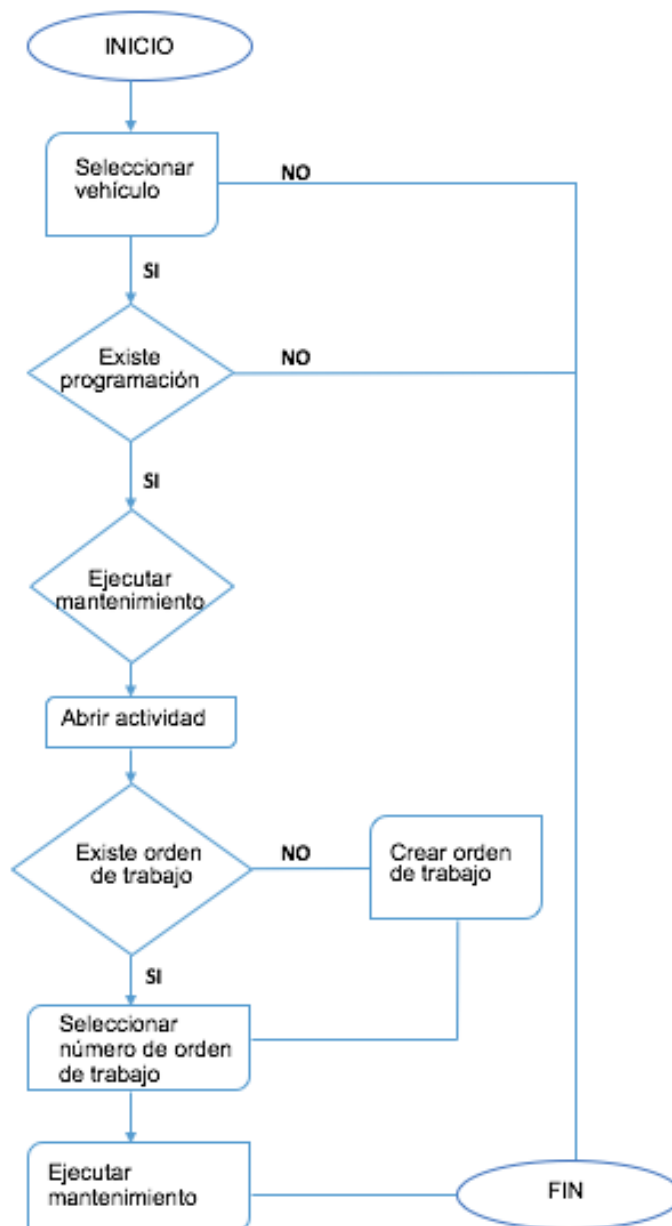


Figura 28. Ventana Ejecución del mantenimiento

Plan de mantenimiento vehiculos

Vehiculo: 10 00-10 Buscar

Seccion	Codigo	Subseccion	5000	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000	55000	60000	65000	70000	75000
Motor	1	Cambio aceit...	OK	OK	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
Motor	2	Cambiar filtr...		OK		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE	
Motor	3	Cambiar ban...												PTE			
Motor	4	Cambiar buji...						PTE						PTE			
Motor	5	Cambiar filtr...		OK		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE	
Motor	7	Limpieza sist...					PTE					PTE					PTE
Motor	8	Limpiar inyec...															
Motor	9	Limpiar cuer...						PTE						PTE			
Motor	10	Cambiar refr...					PTE					PTE					PTE
Motor	11	Cambiar filtr...															
Motor	12	Cambiar ban...							PTE								PTE
Chasis	16	Reajustar su...		OK		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE	
Sistema ...	22	Balancear y ...		OK		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE	
Sistema ...	23	Alinear ruedas		OK		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE	
Sistema ...	24	Cambiar acei...						PTE						PTE			
Sistema ...	30	Cambiar liqui...					PTE			PTE				PTE			
Sistema ...	36	Cambiar ter...														PTE	

En esta ventana podemos observar los siguientes datos:

- **Sección:** muestra los 7 diferentes sistemas del automotor preestablecidos en la tabla sistemas y tareas a realizar en el plan de mantenimiento preventivo
- **Código:** Solamente es un contador de las 39 tareas a realizar.
- **Sub sección:** Son las 39 tareas a realizar que están enumeradas en la tabla Sistemas y tareas a realizar en el plan de mantenimiento preventivo. Dependiendo del automotor y los sistemas que este tenga las tareas a realizar son 39 o menos dependiendo del plan de mantenimiento del fabricante de cada automotor.
- **Kilometraje:** Muestra un seguimiento cada 5000 kilómetros y allí se describe si ya se ejecutó el mantenimiento (EJE) o si está pendiente (PTE).

6.4.3 Módulo de personal. En este módulo podremos acceder y configurar a la información de tipo administrativo y los parámetros que a su vez son: Proveedores, Empleados, Perfiles y usuarios, Tipos de fallas y Reportes.

6.4.3.1 Gastos de mantenimiento. Los gastos de mantenimiento podremos conocerlos mensualmente o anualmente de cada automotor o de toda la flota vehicular, llevar estos gastos es muy importante ya que será un factor que tenemos que tratar de reducir a causa de un óptimo mantenimiento preventivo. Estos datos son tomados de las órdenes de trabajo que se le han elaborado a cada automotor.

Figura 29. Diagrama de flujo gastos de mantenimiento

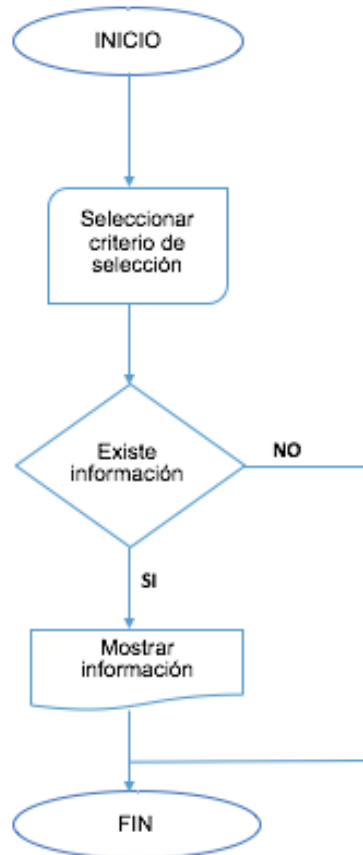


Figura 30. Ventana de Gastos de Mantenimiento

	Vehiculo	Placa	Año	Total	Mes
▶	8	00-08	2016	276870	2
	8	00-08	2016	156600	5

- **Placa:** Introducimos placa interna si deseamos conocer específicamente los gastos generados por el automotor.
- **Reportes:** Seleccionamos si deseamos conocerlos mensualmente o los gastos anuales de cada automotor.

Los siguientes datos son mostrados por el software

- **Vehículo:** Muestra la placa interna de cada automotor
- **Placa:** Muestra la placa externa de cada automotor
- **Año:** El año en el que se realizó cada inversión en el automotor
- **Mes:** El mes se mostrara en forma de numero de 1 (enero) hasta el mes 12 (Diciembre)
- **Total:** Muestra el valor de los gastos generados.

6.4.4 Módulo Documentos. En el módulo documentos tenemos acceso a las actividades que se están realizando y que se aproximas a realizar en un corto tiempo, como por ejemplo: Tareas pendientes y Documentos pendientes (documentos concernientes al vencimiento SOAT, técnico mecánicos, etc.) De

igual forma se tiene un acceso directo para la búsqueda de los planes de mantenimiento de cada uno de los vehículos

6.4.4.1 Tareas pendientes. Son las tareas de los planes de mantenimiento vehicular que no se han ejecutado pero que ya están vencidas por el kilometraje y el vehículo de una u otra manera no ha sido llevado a la realización de su respectivo mantenimiento.

Figura 31. Diagrama de flujo de tareas pendientes

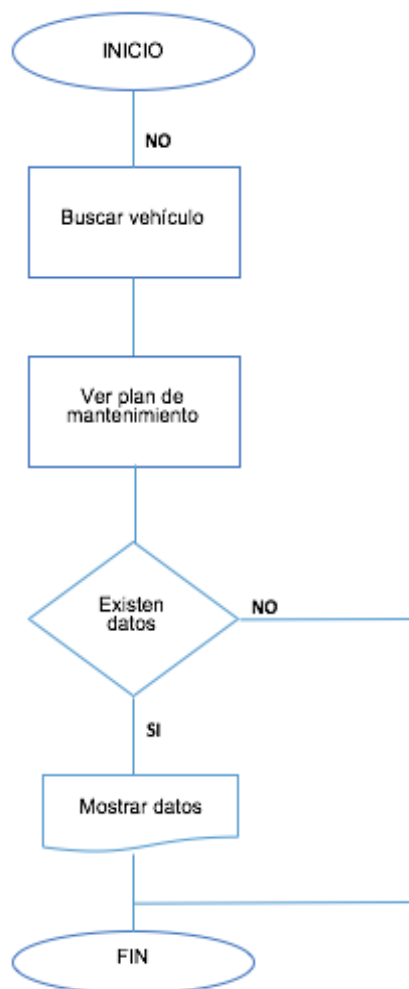



Figura 32. Ventana de Tareas Pendientes

Tareas Pendientes ✕

Ejecutar 

	Vehiculo	Descripcion	Expr1	unidadkilometros
▶	15	Sistema de aire acondicionado	Cambiar termostato	65000
	15	Sistema de frenos	Cambiar liquido de frenos	20000
	15	Sistema de direccion	Cambiar aceite caja manual	30000
	15	Sistema de direccion	Alinear ruedas	10000
	15	Sistema de direccion	Balancear y rotar ruedas	10000
	15	Chasis	Reajustar suspension	10000
	15	Motor	Cambiar banda de accesorios	35000
	15	Motor	Cambiar filtro de ventilacion	0
	15	Motor	Cambiar refrigerante	25000
	15	Motor	Limpiar cuerpo de aceleracion IAC/MAF	30000
	15	Motor	Limpiar inyectores	0
	15	Motor	Limpieza sistema de inyeccion	25000
	15	Motor	Cambiar filtro de aire	10000
	15	Motor	Cambiar bujias de encendido	30000
	15	Motor	Cambiar banda de distribucion y templador	60000
	15	Motor	Cambiar filtro de combustible	10000
	15	Motor	Cambio aceite y filtro motor	5000
	14	Motor	Cambio aceite y filtro motor	5000
	14	Motor	Cambiar filtro de combustible	10000
	14	Motor	Cambiar banda de distribucion y templador	60000

7 CONCLUSIONES

- En la auditoria de mantenimiento realizada se encontró que la empresa carece de un plan de mantenimiento definido para sus equipos, así como de documentación técnica y un sistema de información que le permita gestionar las operaciones de mantenimiento de manera óptima, por lo que se decidió realizar un plan de mantenimiento para la empresa.
- Realizados los análisis de criticidad, se logró clasificar la flota vehicular de la empresa según su nivel de criticidad e identificar las fallas que presentaba cada uno de los sistemas en los que se dividió el vehículo, basado en lo anterior se realizó un FMECA a los sistemas críticos y se establecieron acciones de mejora, con lo que se espera aumentar la vida útil de los equipos.
- La implementación del sistema de información Transcotrario Sistematizada incidió positivamente en el control y seguimiento a la operatividad de los equipos, una actividad fundamental en la estrategia del plan de mantenimiento ejecutado en este proyecto.
- Se dio cumplimiento al decreto 2851 de 2013 y al decreto 348 de 2015 del ministerio de transporte, realizando los planes de mantenimiento de los vehículos y sus respectivos protocolos, teniendo en cuenta los aspectos aconsejados por los fabricantes de los automotores.

8 RECOMENDACIONES

- Planear la ejecución de las actividades programadas, esto es asegurar la disponibilidad de herramientas, repuestos, productos y personal necesario para realizar la acción de mantenimiento.
- El sistema de información debe ser alimentado constantemente con datos reales, a fin de obtener información confiable que permita tomar las decisiones correctas.
- Recordar que un plan de mantenimiento no es estático y se debe evaluar y mejorar continuamente.

BIBLIOGRAFÍA

BENAVIDES A, Erwin, LOPEZ M, Edwin. Plan de mantenimiento para los vehículos tipo ambulancia de la empresa grupo emerger ips sas. Bucaramanga, 2015. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de mantenimiento. Material Docente. Colombia, Bucaramanga: Ediciones UIS, 2013. Calidad en el Mantenimiento.

GARCIA GARRIDO, Santiago. Auditorias de Mantenimiento, Madrid, España. 2009

GONZALEZ BOHORQUEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento Preventivo Material Docente. Escuela de Ingeniería Mecánica UIS. Bucaramanga 2001.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, Proyecto de ley por la cual se adoptan mecanismos para la reposición del parque automotor de servicio público de Transporte, Colombia.

ANEXOS

Anexo A. Plan de mantenimiento Marca Hyundai línea Atos

Planeador

Codigo: 5

Planeador de mantenimientos

Marca: Hyundai Línea: Atos Fecha: 01/11/2016

	Seccion	Subseccion	Periodicidad
▶	Motor	Cambio aceite y filtro motor	cada 15000 KM
	Motor	Cambiar filtro de combustible	cada 30000 KM
	Motor	Cambiar banda de distribucion y...	cada 70000 KM
	Motor	Cambiar bujias de encendido	cada 30000 KM
	Motor	Cambiar filtro de aire	cada 20000 KM
	Motor	Cambiar refrigerante	cada 25000 KM
	Sistema Electrico	Revision de instrumentos, luces,...	cada 10000 KM
	Sistema Electrico	Revisar bateria y sistema de car...	cada 10000 KM
	Sistema de Direccion	Balancear y rotar ruedas	cada 20000 KM
	Sistema de Direccion	Alinear ruedas	cada 10000 KM
	Sistema de Frenos	Cambiar liquido de frenos	cada 20000 KM
	Sistema de Frenos	Revisar pastillas frenos	cada 10000 KM
	Sistema de Gas	Inspeccion general del sistema	cada 15000 KM
	Sistema de Gas	Revision y/o remplazo de filtro G...	cada 15000 KM
	Sistema de Gas	Revision o cambio filtro de aire	cada 30000 KM
	Sistema de Gas	Mantenimiento riel de inyectores...	cada 30000 KM

Anexo B. Plan de mantenimiento Marca Hyundai línea Accent

Planeador

Codigo: 6

Planeador de mantenimientos

Marca: Hyundai Línea: Accent Fecha: 01/11/2016

	Seccion	Subseccion	Periodicidad
▶	Motor	Cambio aceite y filtro motor	cada 10000 KM
	Motor	Cambiar filtro de combustible	cada 25000 KM
	Motor	Cambiar banda de distribucion y...	cada 60000 KM
	Motor	Cambiar bujias de encendido	cada 30000 KM
	Motor	Cambiar filtro de aire	cada 20000 KM
	Motor	Cambiar refrigerante	cada 25000 KM
	Sistema Electrico	Revision de instrumentos, luces,...	cada 10000 KM
	Sistema Electrico	Revisar bateria y sistema de car...	cada 10000 KM
	Sistema de Direccion	Balancear y rotar ruedas	cada 10000 KM
	Sistema de Direccion	Alinear ruedas	cada 10000 KM
	Sistema de Frenos	Cambiar liquido de frenos	cada 20000 KM
	Sistema de Frenos	Revisar pastillas frenos	Cada 5000 KM
	Sistema de Gas	Inspeccion general del sistema	cada 15000 KM
	Sistema de Gas	Revision y/o remplazo de filtro G...	cada 15000 KM
	Sistema de Gas	Revision o cambio filtro de aire	cada 30000 KM
	Sistema de Gas	Mantenimiento riel de inyectores...	cada 30000 KM

Plan de mantenimiento vehiculos

Vehiculo

Vehiculo:

2

00-02



Buscar



Seccion	Codigo	Subseccion	5000	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000	55000	60000	65000	70000	75000	80000	85000	90000	95000	100000
Motor	1	Cambio aceit...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
Motor	2	Cambiar filtr...					PTE					PTE					PTE					PTE
Motor	3	Cambiar ban...												PTE								
Motor	4	Cambiar buji...						PTE						PTE							PTE	
Motor	5	Cambiar filtr...				PTE			PTE					PTE				PTE				PTE
Motor	10	Cambiar refr...					PTE					PTE					PTE					PTE
Sistema ...	19	Revision de i...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
Sistema ...	20	Revisar bate...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
Sistema ...	22	Balancear y ...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
Sistema ...	23	Alinear ruedas		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
Sistema ...	30	Cambiar liqui...				PTE				PTE				PTE				PTE				PTE
Sistema ...	32	Revisar pasti...	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
Sistema ...	33	Inspeccion g...			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE				PTE	
Sistema ...	34	Revision y/o ...			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE				PTE	
Sistema ...	35	Revision o ca...						PTE						PTE							PTE	
Sistema ...	36	Mantenimient...						PTE						PTE							PTE	
Sistema ...	37	Control de la...			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE				PTE	
Sistema ...	38	Recalibracion...			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE				PTE	

Anexo C. Plan de mantenimiento Marca Hyundai línea i 10

Planeador

Codigo: 7

Planeador de mantenimientos

Marca: Hyundai Linea: i10 Fecha: 01/11/2016

	Seccion	Subseccion	Periodicidad
	Motor	Cambio aceite y filtro motor	cada 10000 KM
▶	Motor	Cambiar filtro de combustible	cada 20000 KM
	Motor	Cambiar banda de distribucion y...	cada 65000 KM
	Motor	Cambiar bujias de encendido	cada 30000 KM
	Motor	Cambiar filtro de aire	cada 20000 KM
	Motor	Cambiar refrigerante	cada 30000 KM
	Sistema Electrico	Revision de instrumentos, luces,...	Cada 5000 KM
	Sistema Electrico	Revisar bateria y sistema de car...	Cada 5000 KM
	Sistema de Direccion	Balancear y rotar ruedas	cada 10000 KM
	Sistema de Direccion	Alinear ruedas	cada 10000 KM
	Sistema de Frenos	Cambiar liquido de frenos	cada 20000 KM
	Sistema de Frenos	Revisar pastillas frenos	cada 10000 KM
	Sistema de Gas	Inspeccion general del sistema	cada 15000 KM
	Sistema de Gas	Revision y/o remplazo de filtro G...	cada 15000 KM
	Sistema de Gas	Revision o cambio filtro de aire	cada 30000 KM
	Sistema de Gas	Mantenimiento riel de inyectores...	cada 30000 KM

Plan de mantenimiento vehiculos

Vehiculo

Vehiculo: 4

00-04



Buscar



	Seccion	Codigo	Subseccion	5000	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000	55000	60000	65000	70000	75000	80000	85000	90000	95000	100000
▶	Motor	1	Cambio aceit...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Motor	2	Cambiar filtr...				PTE				PTE				PTE				PTE				PTE
	Motor	3	Cambiar ban...													PTE							
	Motor	4	Cambiar buji...						PTE						PTE							PTE	
	Motor	5	Cambiar filtr...				PTE				PTE				PTE				PTE				PTE
	Motor	10	Cambiar refr...						PTE						PTE							PTE	
	Sistema ...	19	Revision de i...	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
	Sistema ...	20	Revisar bate...	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
	Sistema ...	22	Balancear y ...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Sistema ...	23	Alinear ruedas		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Sistema ...	30	Cambiar liqui...				PTE				PTE				PTE				PTE				PTE
	Sistema ...	32	Revisar pasti...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Sistema ...	33	Inspeccion g...			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE				PTE	
	Sistema ...	34	Revision y/o ...			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE				PTE	
	Sistema ...	35	Revision o ca...						PTE						PTE							PTE	
	Sistema ...	36	Mantenimient...						PTE						PTE							PTE	
	Sistema ...	37	Control de la...			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE				PTE	
	Sistema ...	38	Recalibracion...			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE				PTE	

Anexo D. Plan de mantenimiento Marca Kia línea Rio

Planeador

Codigo: 3

Planeador de mantenimientos

Marca: *Kia* Linea: *Rio* Fecha: 15/11/2016

	Seccion	Subseccion	Periodicidad
▶	Motor	Cambio aceite y filtro motor	Cada 5000 KM
	Motor	Cambiar banda de distribucion y...	cada 50000 KM
	Motor	Cambiar bujias de encendido	cada 15000 KM
	Motor	Cambiar filtro de aire	Cada 5000 KM
	Motor	Limpiar cuerpo de aceleracion l...	cada 10000 KM
	Motor	Cambiar filtro de ventilacion	Cada 5000 KM
	Motor	Cambiar termostato	cada 65000 KM
	Chasis	Reajustar suspension	cada 10000 KM
	Sistema de Direccion	Balancear y rotar ruedas	Cada 5000 KM
	Sistema de Direccion	Alinear ruedas	cada 10000 KM
	Sistema de Direccion	Cambiar aceite caja manual	cada 25000 KM
	Sistema de Frenos	Limpiar, regular y revisar frenos	cada 10000 KM
	Sistema de Frenos	Revisar disco de frenos	cada 10000 KM
	Sistema de Frenos	Revisar pastillas frenos	Cada 5000 KM
	Sistema de Gas	Inspeccion general del sistema	cada 15000 KM
	Sistema de Gas	Revision y/o remplazo de filtro G...	cada 15000 KM

Plan de mantenimiento vehiculos

Vehiculo

Vehiculo:

5

00-05



Buscar



	Seccion	Codigo	Subseccion	5000	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000	55000	60000	65000	70000	75000	80000	85000	90000	95000	100000
▶	Motor	1	Cambio aceit...	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
	Motor	3	Cambiar ban...										PTE										PTE
	Motor	4	Cambiar buji...			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE		
	Motor	5	Cambiar filtr...	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
	Motor	9	Limpiar cuer...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Motor	11	Cambiar filtr...	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
	Motor	15	Cambiar ter...												PTE								
	Chasis	16	Reajustar su...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Sistema ...	22	Balancear y ...	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
	Sistema ...	23	Alinear ruedas		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Sistema ...	24	Cambiar acei...					PTE					PTE					PTE					PTE
	Sistema ...	29	Limpiar, regu...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Sistema ...	31	Revisar disco...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Sistema ...	32	Revisar pasti...	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
	Sistema ...	33	Inspeccion g...			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE		
	Sistema ...	34	Revision y/o ...			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE		
	Sistema ...	35	Revision o ca...						PTE						PTE						PTE		
	Sistema ...	36	Mantenimient...						PTE						PTE						PTE		

Anexo E. Plan de mantenimiento Marca Kia línea Picanto

Planeador

Codigo:

Planeador de mantenimientos

Marca: Linea: Fecha:

	Seccion	Subseccion	Periodicidad
	Motor	Cambio aceite y filtro motor	Cada 5000 KM
	Motor	Cambiar banda de distribucion y...	cada55000 KM
▶	Motor	Cambiar bujias de encendido	cada 15000 KM
	Motor	Cambiar filtro de aire	Cada 5000 KM
	Motor	Limpiar cuerpo de aceleracion I...	cada 10000 KM
	Motor	Cambiar filtro de ventilacion	Cada 5000 KM
	Motor	Cambiar termostato	cada 60000 KM
	Chasis	Reajustar suspension	cada 10000 KM
	Sistema de Direccion	Balancear y rotar ruedas	Cada 5000 KM
	Sistema de Direccion	Alinear ruedas	cada 10000 KM
	Sistema de Direccion	Cambiar aceite caja manual	cada 40000 KM
	Sistema de Frenos	Limpiar, regular y revisar frenos	cada 10000 KM
	Sistema de Frenos	Revisar disco de frenos	cada 10000 KM
	Sistema de Frenos	Revisar pastillas frenos	Cada 5000 KM
	Sistema de Gas	Inspeccion general del sistema	cada 15000 KM
	Sistema de Gas	Revision y/o remplazo de filtro G...	cada 15000 KM

Plan de mantenimiento vehiculos

Vehiculo

Vehiculo: 6

00-06



Buscar

	Seccion	Codigo	Subseccion	5000	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000	55000	60000	65000	70000	75000	80000	85000	90000	95000	100000
▶	Motor	1	Cambio aceit...	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
	Motor	3	Cambiar ban...										PTE										
	Motor	4	Cambiar buji...			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE		
	Motor	5	Cambiar filtr...	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
	Motor	9	Limpiar cuer...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Motor	11	Cambiar filtr...	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
	Motor	15	Cambiar ter...												PTE								
	Chasis	16	Reajustar su...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Sistema ...	22	Balancear y ...	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
	Sistema ...	23	Alinear ruedas		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Sistema ...	24	Cambiar acei...								PTE								PTE				
	Sistema ...	29	Limpiar, regu...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Sistema ...	31	Revisar disco...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Sistema ...	32	Revisar pasti...	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
	Sistema ...	33	Inspeccion g...			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE		
	Sistema ...	34	Revision y/o ...			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE		
	Sistema ...	35	Revision o ca...						PTE						PTE						PTE		
	Sistema ...	36	Mantenimient...						PTE						PTE						PTE		

Anexo F. Plan de mantenimiento marca Chevrolet línea Spark

Planeador

Codigo:

Planeador de mantenimientos

Marca: Linea: Fecha:

	Seccion	Subseccion	Periodicidad
▶	Motor	Cambio aceite y filtro motor	Cada 5000 KM
	Motor	Cambiar filtro de combustible	cada 10000 KM
	Motor	Cambiar banda de distribucion y...	cada 60000 KM
	Motor	Cambiar bujias de encendido	cada 30000 KM
	Motor	Cambiar filtro de aire	cada 10000 KM
	Motor	Limpieza sistema de inyeccion	cada 25000 KM
	Motor	Limpiar inyectores	NA
	Motor	Limpiar cuerpo de aceleracion I...	cada 30000 KM
	Motor	Cambiar refrigerante	cada 25000 KM
	Motor	Cambiar filtro de ventilacion	NA
	Motor	Cambiar banda de accesorios	cada 35000 KM
	Chasis	Reajustar suspension	cada 10000 KM
	Sistema de Direccion	Balancear y rotar ruedas	cada 10000 KM
	Sistema de Direccion	Alinear ruedas	cada 10000 KM
	Sistema de Direccion	Cambiar aceite caja manual	cada 30000 KM
	Sistema de Frenos	Cambiar liquido de frenos	cada 20000 KM

Plan de mantenimiento vehiculos

Vehiculo

Vehiculo:

12

00-12



Buscar



	Seccion	Codigo	Subseccion	5000	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000	55000	60000	65000	70000	75000	80000	85000	90000	95000	100000
▶	Motor	1	Cambio aceit...	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
	Motor	2	Cambiar filtr...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Motor	3	Cambiar ban...												PTE								
	Motor	4	Cambiar buji...						PTE						PTE						PTE		
	Motor	5	Cambiar filtr...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Motor	7	Limpieza sist...					PTE					PTE					PTE					PTE
	Motor	8	Limpiar inyec...																				
	Motor	9	Limpiar cuer...						PTE						PTE						PTE		
	Motor	10	Cambiar refr...					PTE					PTE					PTE					PTE
	Motor	11	Cambiar filtr...																				
	Motor	12	Cambiar ban...							PTE								PTE					
	Chasis	16	Reajustar su...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Sistema ...	22	Balancear y ...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Sistema ...	23	Alinear ruedas		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
	Sistema ...	24	Cambiar acei...						PTE						PTE						PTE		
	Sistema ...	30	Cambiar liqui...				PTE				PTE				PTE				PTE				PTE
	Sistema ...	36	Mantenimient...													PTE							

ANEXO G

MANUAL SISTEMA DE INFORMACIÓN TRANSCOTRARIO SISTEMATIZADA

INICIO SESION

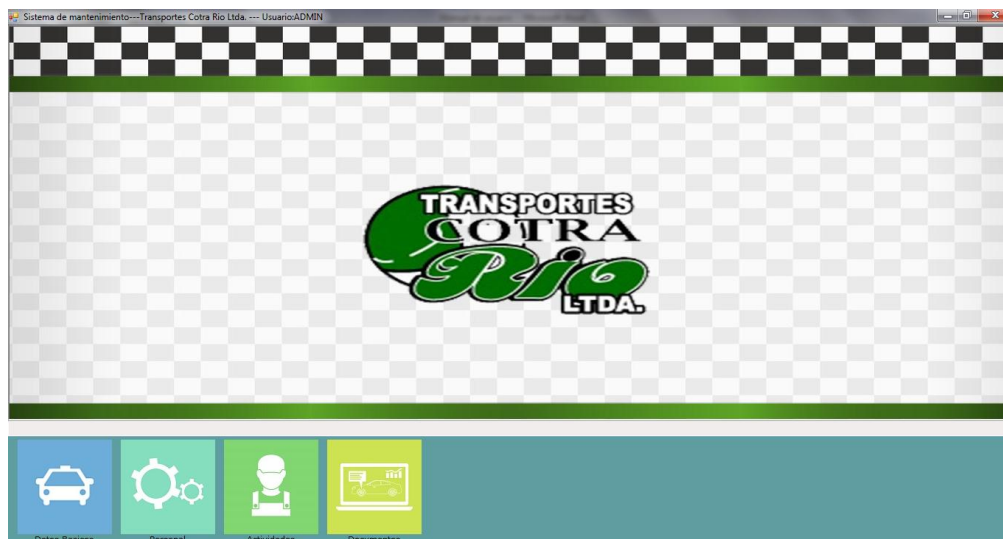
Para ingresar al sistema el usuario debe contar con un login y contraseña se la cual debe ingresar en los campos correspondiente. Después de digitar las credenciales debe dar clic sobre la opción Ingresar.



The screenshot shows a window titled "Ingreso al sistema" with a close button (X) in the top right corner. The window has a light green background. At the top center is the logo for "TRANSPORTES COTRA Rio LTDA.", where "COTRA" is in a bold, black, sans-serif font, "Rio" is in a large, green, stylized script font, and "LTDA." is in a smaller, black, sans-serif font below it. Below the logo is a white rectangular box containing two input fields. The first field is labeled "Nombre de usuario" and the second is labeled "Contraseña". Below these fields are two buttons: "Ingresar" with a green checkmark icon and "Salir" with a red X icon.

MENU DEL SISTEMA

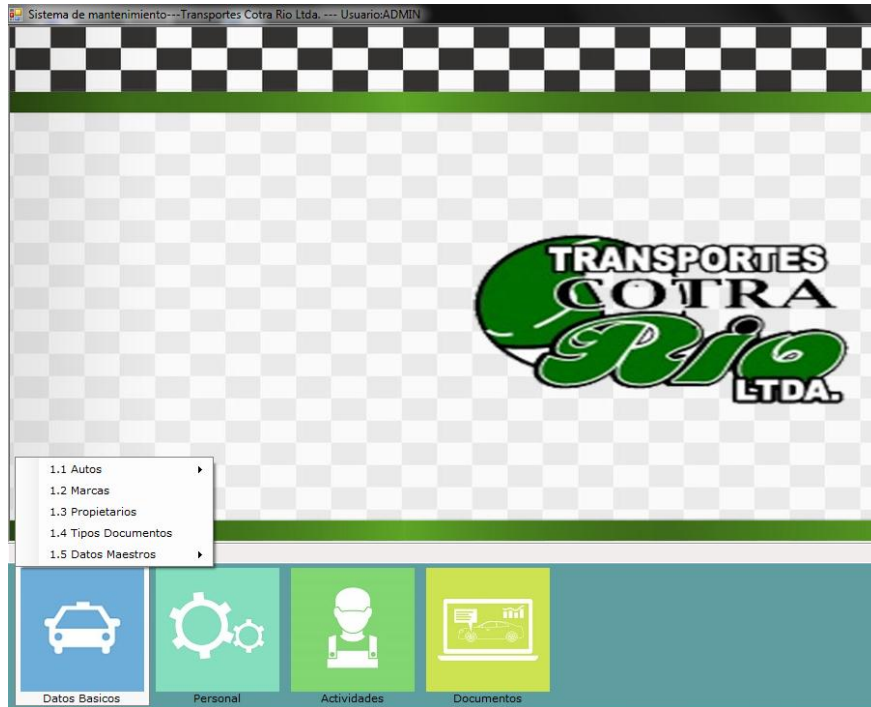
El sistema cuenta con un menú principal desde donde se puede acceder a todas las funciones.




MENU DATOS BASICOS

En esta opción podrá encontrar los siguientes ítems:

- Autos
- Marcas
- Propietarios
- Tipos de documentos
- Datos Maestros



Autos: en esta opción podrá crear y modificar registro de vehículos. Para crear un registro seguir lo siguientes pasos:

- Ir a la barra de herramientas y hacer clic sobre el botón nuevo registro 
- Digitar toda la información correspondiente, necesaria y obligatoria.
- Para seleccionar la imagen o foto del vehículo hacer clic sobre la imagen
- Se abrirá una popup de Windows para seleccionar la imagen, debe seleccionar una única imagen.
- Al seleccionar la imagen automáticamente esta aparecerá en el formulario de registro

Sistema de mantenimiento---Transportes Cotra Rio Ltda. --- Usuario:ADMIN - [Vehiculos]

5

Datos Basicos

Placa Interna: Placa Externa:

Marca: Línea: Potencia (hp a rpm): Torque (kg*m a prm): Combustible:


Tanque combustible: Capacidad Pasajeros: Cilindraje: N° Cilindros: Velocidades:


Datos Propietario Documentos

Identificación: Identificación: Nombres:


Tarjeta de Operación: Modelo: N° Motor:

N° Chasis: Color:



Continuar con el registro de los demás datos y guardar con la opción de la barra de herramientas 

Para buscar o editar un registro: Opción Datos básicos: → Autos → crear

Ir a la ayuda de búsqueda y hacer clic en el botón 

En la popup de búsqueda ingresar el número de la placa que identifica al vehículo y clic sobre el botón buscar para ejecutar la búsqueda.

Ayuda de búsqueda

Placa Externa:

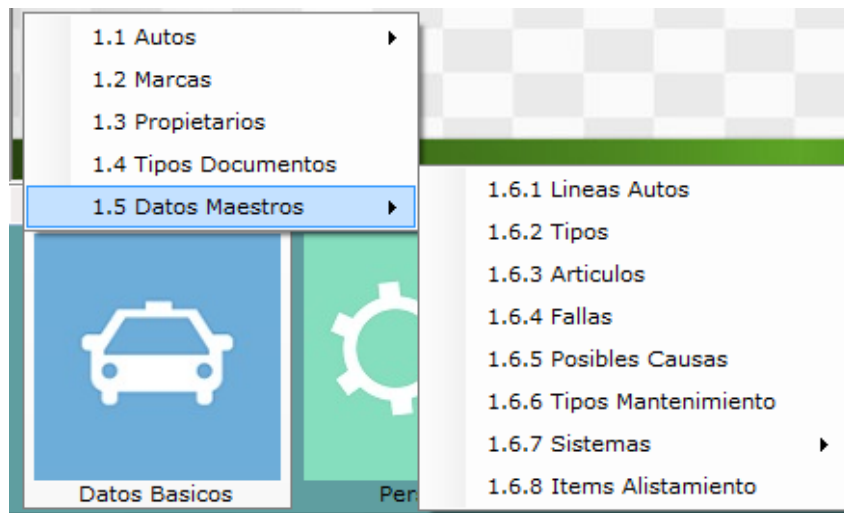
	Codigo	Placa	Placa Externa	Marca	Linea
	1	00-01	SXR-989	Hyundai	Atos
	2	00-02	WHL-127	Hyundai	Accent
	3	00-03	SQC-637	Hyundai	Atos
	4	00-04	TAR-039	Hyundai	i10
▶	5	00-05	TAQ-636	Kia	Rio
	6	00-06	TAQ-908	Kia	Picanto
	7	00-00	000-000	Kia	Picanto

Ubicar el registro que se requiere y hacer doble clic sobre el registro, automáticamente se cierra la popup de búsqueda y se abre el formulario con los datos del vehículo.

Si se requiere modificar información, se debe cambiar los datos de acuerdo a la necesidad y por ultimo pulsar el botón para guardar la información.

DATOS MAESTROS

En esta sección se puede encontrar los datos maestros del sistema, para que el sistema pueda funcionar correctamente es muy importante que los maestros se encuentran totalmente actualizados de acuerdo a la información de la empresa. En esta sección se encuentra los siguientes ítems:



- Líneas de autos: Líneas de vehículos
- Tipos: tipos de vehículos
- Artículos: Elementos de los vehículos
- Fallas: anomalías presentadas en los vehículos
- Posibles causas: Posibles causas de daños en los vehículos
- Tipos de mantenimiento: tipos de mantenimiento que se pueden realizar a los vehículos
- Sistemas: esta sección se compone de dos ítems, secciones y subsecciones. Se debe tener en cuenta que una subsección pertenece a una sección. Por lo tanto primero se debe registrar la sección o comprobar si existe y después si registrar la subsección.

Secciones

1 of 7

	Codigo	Descripcion	Activo
▶	1	Motor	<input checked="" type="checkbox"/>
	2	Chasis	<input checked="" type="checkbox"/>
	3	Sistema Electrico	<input checked="" type="checkbox"/>
	4	Sistema de Direccion	<input checked="" type="checkbox"/>
	5	Sistema de Transmision	<input checked="" type="checkbox"/>
	6	Sistema de Frenos	<input checked="" type="checkbox"/>
	7	Sistema de Gas	<input checked="" type="checkbox"/>
*			<input type="checkbox"/>

Subsecciones

1 of 39

	Codigo	Seccion	Descripcion	Activo
	24	Sistema d...	▼ Cambiar aceite caja manual	<input type="checkbox"/>
	25	Sistema d...	▼ Revisar mecanismo de direccion	<input type="checkbox"/>
	26	Sistema d...	▼ Revisar guarda polvos de ejes	<input type="checkbox"/>
	27	Sistema d...	▼ Revisar aceite de la transmision	<input type="checkbox"/>
	28	Sistema d...	▼ Cambiar liquido de embrage	<input type="checkbox"/>
	29	Sistema d...	▼ Limpiar, regular y revisar frenos	<input type="checkbox"/>
	30	Sistema d...	▼ Cambiar liquido de frenos	<input checked="" type="checkbox"/>
	31	Sistema d...	▼ Revisar disco de frenos	<input type="checkbox"/>
	32	Sistema d...	▼ Revisar pastillas frenos	<input checked="" type="checkbox"/>
	33	Sistema d...	▼ Inspeccion general del sistema	<input checked="" type="checkbox"/>
	34	Sistema d...	▼ Revision y/o remplazo de filtro GNC	<input checked="" type="checkbox"/>
	35	Sistema d...	▼ Revision o cambio filtro de aire	<input checked="" type="checkbox"/>
	36	Sistema d...	▼ Mantenimiento riel de inyectores ade gas	<input checked="" type="checkbox"/>
	37	Sistema d...	▼ Control de la presion del regulador	<input checked="" type="checkbox"/>
	38	Sistema d...	▼ Recalibracion del sistema	<input checked="" type="checkbox"/>
	39	Sistema d...	▼ Cambio empaquetadura regulador	<input checked="" type="checkbox"/>

MENU PERSONAL



En esta opción podrá encontrar los siguientes ítems:

Administración: Obedece a los datos de la empresa, estos datos únicamente se pueden modificar.



Usuarios: Contiene los usuarios que pueden acceder al sistema

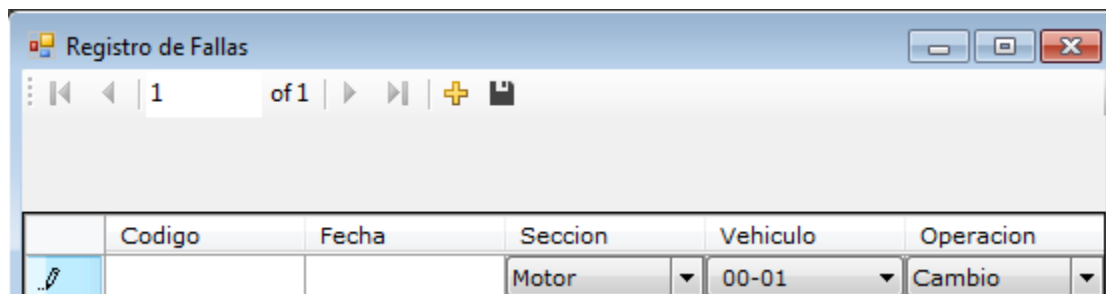



Proveedores



	Codigo	Descripcion	Direccion	Telefono	Fax	Correo
	1					

Tipos de fallas



	Codigo	Fecha	Seccion	Vehiculo	Operacion
			Motor	00-01	Cambio

Reporte de gastos: Genera un informe con los gastos generados por vehículos.



Gastos de Mantenimiento

Filtros
Placa: **Seleccionar el vehiculo**



Reportes
 Ejecutar reporte


Resultado del informe

REGISTRO DE DATOS

Para el registro de datos maestros y configuraciones el sistema cuenta con una funcionalidad genérica que permite realizar el registro y la modificación de datos de una manera rápida.

Al abrir cada uno de las opciones aparecerá una pantalla con una tabla contenedora en la cual se pueden encontrar los registros y datos.

Agregar nuevo registro: Hacer clic sobre el botón  ubicado en la parte superior barra de herramientas digitar los datos en la última línea de registro para confirmar y guardar hacer clic en el botón de guardar 

Modificar registro: en la pantalla de datos maestro o configuración, modificar los datos correspondientes de acuerdo a la necesidad (debe aparecer el indicador de edición en la primera columna de la tabla ) , tener en cuenta que estos datos contienen una llave primaria o registro univoco el cual no debe ser modificable. Después de modificar los datos confirmar los cambios con el botón de guardar.

MENU ACTIVIDADES

Este menú obedece a todas las operaciones que se pueden hacer en el sistema en cuento a los procesos del negocio.

Contiene los siguientes ítems:



Alistamiento:

Alistamiento Vehiculos

Codigo:

Alistamiento

Vehiculo: Fecha: 26/01/2017

Kilometraje Actual: Kilometraje Nuevo:

Tecnico: Jose Celedonio Lopez

Conductor: Dario Sana

Item	Revisado	Observacion
Fuga del motor	<input type="checkbox"/>	
Tension de correas	<input type="checkbox"/>	
Niveles de aceite del motor	<input type="checkbox"/>	
Transmisi3n	<input type="checkbox"/>	

Alistamiento Vehiculos

Codigo:

Alistamiento

Vehiculo:

Kilometraje Actual:

Tecnico: Octavio Ni3o

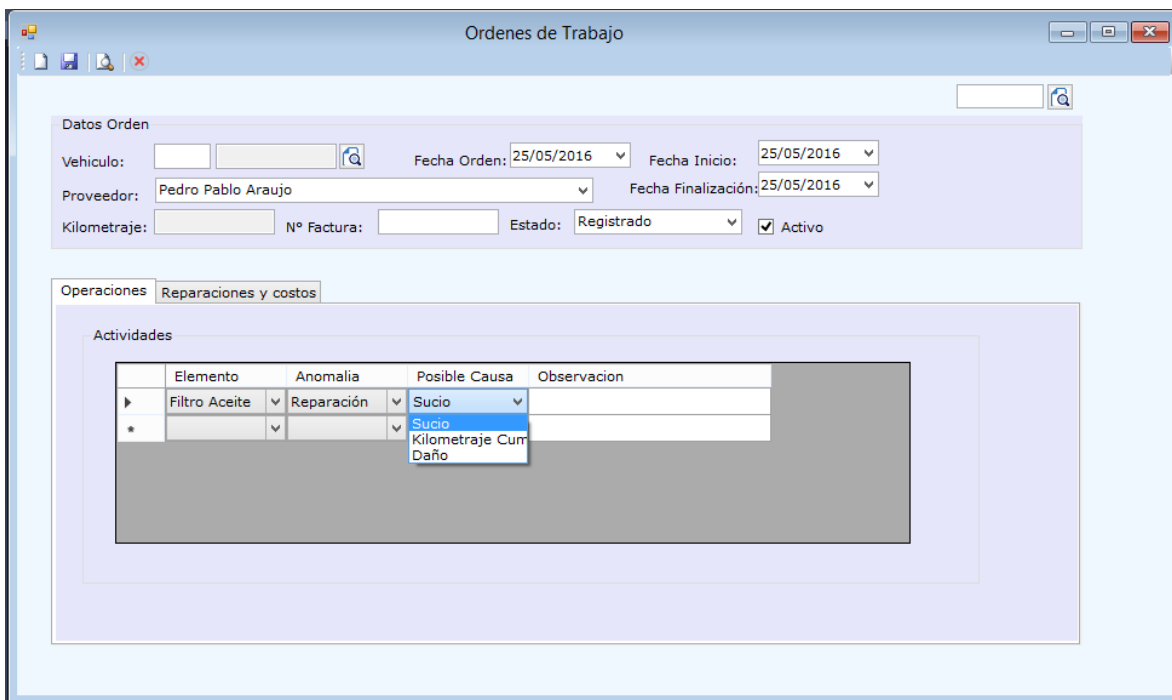
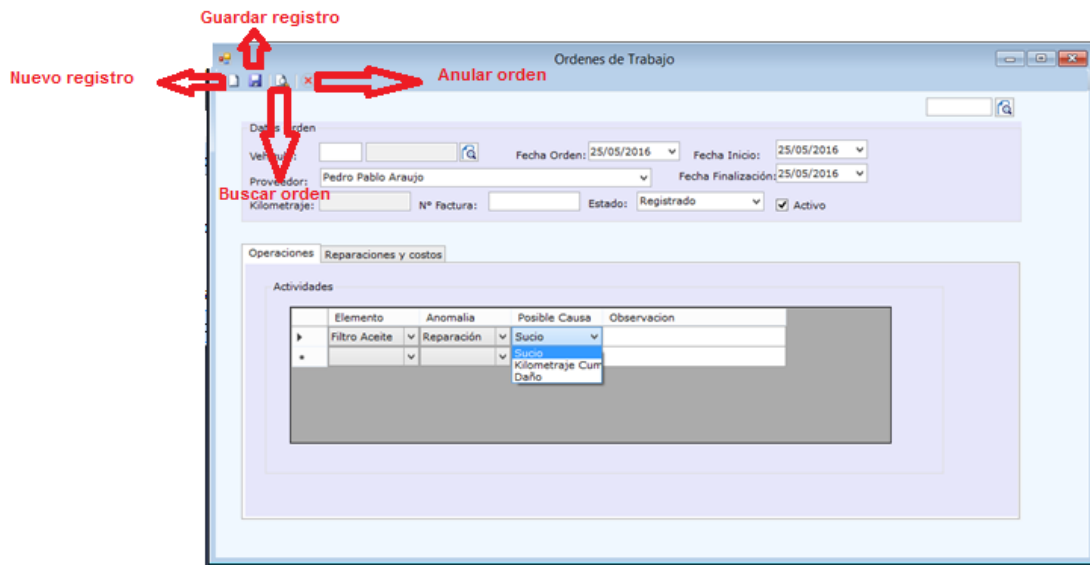
Conductor: Dario Sana

Ayuda de busqueda

Placa Externa: Buscar

Item	Codigo	Placa	Placa Externa	Marca	Linea
Fuga del motor	1	00-01	SXR-989	Hyundai	Atos
Tension de correas	2	00-02	WHL-127	Hyundai	Accent
Niveles de aceite del motor	3	00-03	SQC-637	Hyundai	Atos
Transmisi3n	4	00-04	TAR-039	Hyundai	i10
Direcci3n	5	00-05	TAQ-636	Kia	Rio
Bateria	6	00-06	TAQ-908	Kia	Picanto
Inspeccion de frenos	7	00-00	000-000	Kia	Picanto
Niveles de agua de limpia brisa					
Aditivo de radiador					

Ordenes de trabajo



Ordenes de Trabajo

Datos Orden

Vehículo: Fecha Orden: 25/05/2016 Fecha Inicio: 25/05/2016

Proveedor: Pedro Pablo Araujo Fecha Finalización: 25/05/2016

Kilometraje: N° Factura: Estado: Registrado Activo

Operaciones Reparaciones y costos

	Tipo de Mantenimiento	Elemento	Anomalia	Cantidad	Vlr. Unitario	Iva	Total
*							

Hoja de ruta vehículos: Contiene el registro de la hoja de vida de cada vehículo.

Hoja de Ruta Vehiculos

Buscar registros

Buscar Vehículo: Código de vehículo

resultados de búsqueda

	FechaOrden	Codigo	Descripcion	Repuesto	Operaci	Proveedor
▶	13/04/2016	1	Preventivo	Aceite	Cambio	Pedro Pablo Araujo
	13/04/2016	2	Preventivo	Aceite	Cambio	Pedro Pablo Araujo
	15/04/2016	5	Preventivo	Filtro Aceite	Reparación	Pedro Pablo Araujo
	15/04/2016	6	Preventivo	Filtro Aceite	Reparación	Pedro Pablo Araujo
	15/04/2016	6	Preventivo	Filtro Aire	Cambio	Pedro Pablo Araujo
	15/04/2016	7	Preventivo	Filtro Aceite	Reparación	Pedro Pablo Araujo
	15/04/2016	7	Correctivo	Filtro Aceite	Reparación	Pedro Pablo Araujo
	06/05/2016	8	Preventivo	Filtro Aceite	Reparación	Pedro Pablo Araujo
	01/05/2016	9	Correctivo	Filtro Aceite	Reparación	Pedro Pablo Araujo

PLANEADOR

Esta opción permite crear un plan de mantenimiento por cada línea de vehículo que pertenece a una marca.

CREAR PLAN DE MANTENIMIENTO

Usuario:ADMIN

Planeador Mantenimiento

Planeador de mantenimientos

Marca: Chevrolet Linea: Spark

Seccion	Subseccion	Periodicidad
Motor	Cambio aceite y filtro motor	
Motor	Cambiar filtro de combustible	
Motor	Cambiar banda de distribucion y...	
Motor	Cambiar bujias de encendido	Cada 5000 KM
Motor	Cambiar filtro de aire	Cada 5000 KM
Motor	Cambiar refrigerante	cada 10000 KM
Motor		cada 15000 KM
Sistema Electrico	Revision de instrumentos, luces,...	cada 20000 KM
Sistema Electrico	Revisar bateria y sistema de car...	NA
Sistema de Direccion	Balancear y rotar ruedas	cada 25000 KM
Sistema de Direccion	Alinear ruedas	cada 30000 KM
Sistema de Frenos	Cambiar liquido de frenos	cada 35000 KM
Sistema de Frenos	Revisar pastillas frenos	cada 40000 KM
		cada 45000 KM
		cada 50000 KM
		cada55000 KM
		cada 60000 KM
		cada 65000 KM
		cada 70000 KM

BUSCAR PLAN

Usuario:ADMIN

Buscar programacion

Busqueda

Marca: Kia Linea: Picanto

Buscar

- Picanto
- Spark
- Rio
- Picanto
- Atos
- Accent
- i10

Buscar programacion

Busqueda

Marca: Linea:

	Codigo	Linea	Marca	fecha
▶	3	Rio	Kia	15/01/2017
	4	Picanto	Kia	15/01/2017

Planeador

Codigo:

Planeador de mantenimientos

Marca: Linea: Fecha:

	Seccion	Subseccion	Periodicidad
▶	Motor	Cambio aceite y filtro motor	Cada 5000 KM
	Motor	Cambiar banda de distribucion y...	cada 50000 KM
	Motor	Cambiar bujias de encendido	cada 15000 KM
	Motor	Cambiar filtro de aire	Cada 5000 KM
	Motor	Limpiar cuerpo de aceleracion I...	cada 10000 KM
	Motor	Cambiar filtro de ventilacion	Cada 5000 KM
	Motor	Cambiar termostato	cada 65000 KM
	Chasis	Reajustar suspension	cada 10000 KM
	Sistema de Direccion	Balancear y rotar ruedas	Cada 5000 KM
	Sistema de Direccion	Alinear ruedas	cada 10000 KM
	Sistema de Direccion	Cambiar aceite caja manual	cada 25000 KM
	Sistema de Frenos	Limpiar, regular y revisar frenos	cada 10000 KM
	Sistema de Frenos	Revisar disco de frenos	cada 10000 KM
	Sistema de Frenos	Revisar pastillas frenos	Cada 5000 KM
	Sistema de Gas	Inspeccion general del sistema	cada 15000 KM
	Sistema de Gas	Revision y/o remplazo de filtro G...	cada 15000 KM

DOCUMENTOS

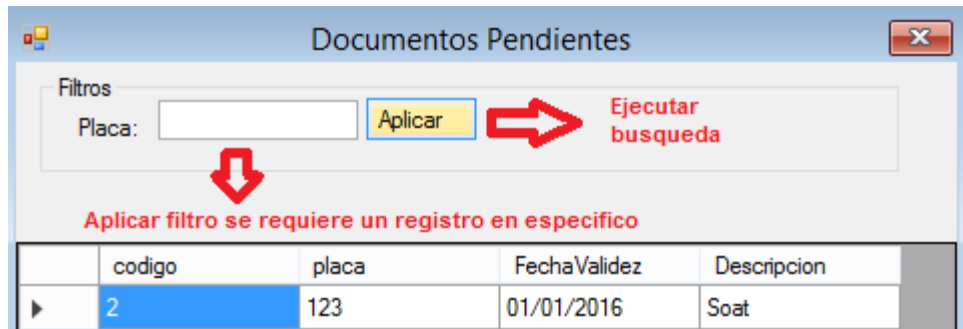
En esta sección se encuentra todas las operaciones que pueden generar una alerta para hacer seguimiento. Se encuentra los siguientes ítems:



Tareas pendientes: se encuentra el listado de tareas pendientes que están programadas dentro del mantenimiento de los vehículos pero que aún no se han ejecutado. El sistema lista las tareas pendientes por todos los vehículos que se encuentren registrados en el sistema:

	Vehiculo	Descripcion	Expr1	unidadkilometros
	2	Sistema de Gas	Control de la presion del regulador	15000
	2	Sistema de Gas	Recalibracion del sistema	15000
	2	Sistema de Gas	Cambio empaquetadura regulador	60000
	3	Motor	Cambiar filtro de aire	20000
	3	Motor	Cambiar bujias de encendido	30000
	3	Motor	Cambiar banda de distribucion y te...	70000
	3	Motor	Cambiar filtro de combustible	30000
	3	Motor	Cambio aceite y filtro motor	15000
	3	Sistema de Gas	Cambio empaquetadura regulador	60000
	3	Sistema de Gas	Recalibracion del sistema	15000
	3	Sistema de Gas	Control de la presion del regulador	15000
	3	Sistema de Gas	Mantenimiento riel de inyectores ad...	30000
	3	Sistema de Gas	Revision o cambio filtro de aire	30000
	3	Sistema de Gas	Revision y/o remplazo de filtro GNC	15000
	3	Sistema de Gas	Inspeccion general del sistema	15000
	3	Sistema de Frenos	Revisar pastillas frenos	10000

Documentos vehículos: en esta opción se puede listar todos los documentos de los vehículos que están vencidos de acuerdo a la fecha de validez.



Plan de mantenimiento: Permite visualizar todo el plan de mantenimiento por vehículo. Para tener un plan de mantenimiento se debió primero crear un plan de mantenimiento.

Seccion	Codigo	Subseccion	5000	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000	55000	60000	65000	70000	75000	80000	85000	90000	95000	100000	105000	110000
Motor	1	Calibración de ...	PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE	
Motor	2	Cambio de filtr...	PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE	
Motor	3	Revisión corre...		EJE			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE		PTE
Motor	4	Cambio correa...			PTE				PTE				PTE				PTE				PTE			PTE
Chasis	5	Engrasado de j...	EJE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
Chasis	6	Revisión de ne...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
Chasis	7	Revisión de su...			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE	
Chasis	8	Revisión de di...			EJE				PTE				PTE				PTE			PTE			PTE	
Chasis	9	Revisión de ni...	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
Chasis	10	Recomido y jue...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
Chasis	11	Regulación de...			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE	
Chasis	12	Ajuste de susp...				PTE				PTE				PTE				PTE				PTE		PTE
Chasis	13	Dialisis del sist...	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
Chasis	14	Limpieza del a...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
Chasis	15	Realización de...			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE	
Chasis	16	Realización de...				PTE				PTE				PTE				PTE				PTE		PTE
Chasis	17	Sopletar radiad...	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE	PTE
Lubricacion	18	Cambio aceite ...		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE		PTE
Lubricacion	19	Cambio de filtr...			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE			PTE	
Lubricacion	20	Limpeza de filtr...				PTE				PTE				PTE			PTE			PTE			PTE	

EJE Indicador que se ha ejecutado el plan para el kilometraje

PTE Pendiente ejecutar el plan de mantenimiento

